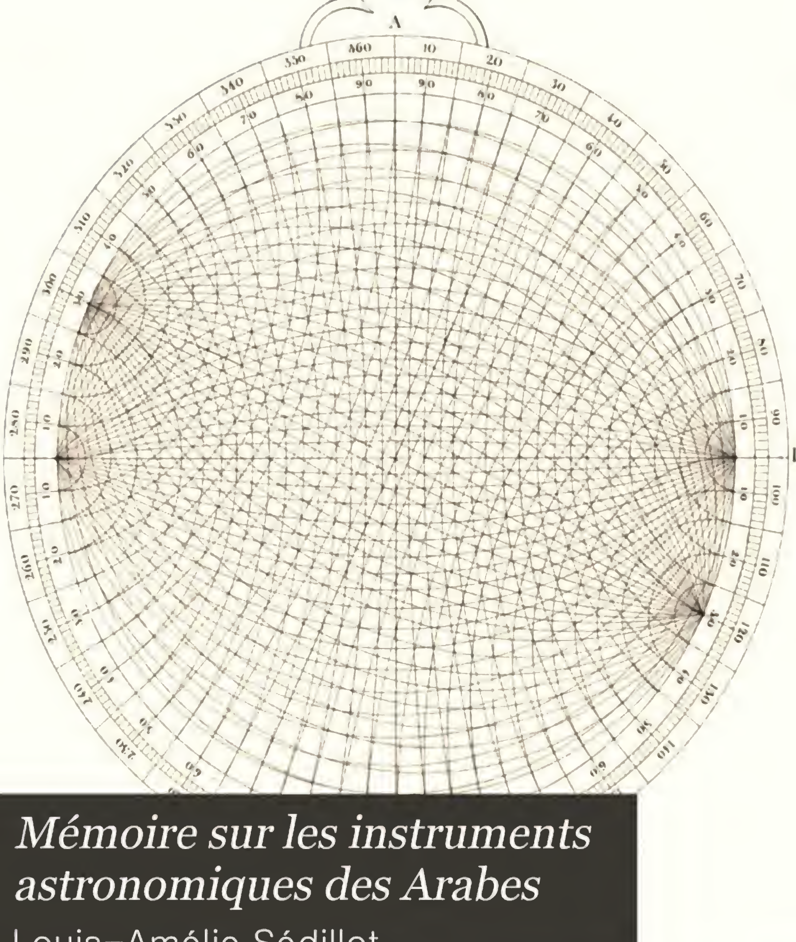
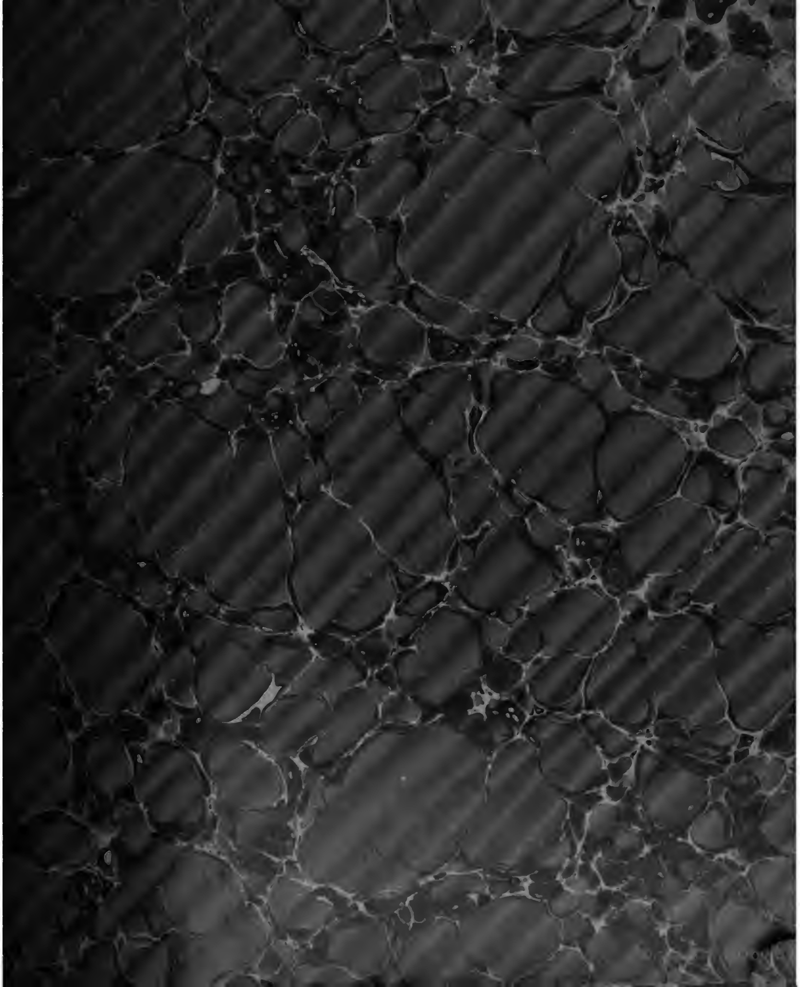


Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes

Louis-Amélie Sédillot


ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN



MÉMOIRE

SUR LES

INSTRUMENTS ASTRONOMIQUES

DES ARABES.

EXTRAIT DU TOME PREMIER DES MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS
À L'ACADÉMIE ROYALE DES INSCRIPTIONS ET BELLES-LETTRES.

MÉMOIRE

SUR LES

INSTRUMENTS ASTRONOMIQUES

DES ARABES,

PAR M. L. AM. SÉDILLOT,

PROFESSEUR D'HISTOIRE AU COLLÉGE ROYAL DE SAINT-LOUIS.



PARIS.

IMPRIMERIE ROYALE.

M DCCC XLI.

MÉMOIRE

SUR

LES INSTRUMENTS ASTRONOMIQUES

DES ARABES.

Si, dans les sciences, les faits passés n'ont point à nos yeux la même gravité que les faits présents, on ne saurait toutefois s'élever avec trop de force contre l'opinion de quelques personnes qui nient et leur utilité et leur importance: « Celui « qui néglige l'histoire d'une science se prive de l'expérience « des siècles, se place dans la position du premier inventeur, « et met gratuitement contre soi les mêmes chances d'erreur, « avec cette différence, que les premières erreurs, ayant été « nécessaires, ont été utiles, et par conséquent sont plus qu'ex-« cusables; tandis que la répétition des mêmes erreurs n'ayant

« pas été nécessaire, est inutile et stérile pour les autres, et « honteuse pour soi-même [1]. »

Ces paroles, qui expriment si bien une haute pensée, n'ont pas besoin de commentaire; elles trouvent d'ailleurs leur sanction dans les découvertes récentes qu'un savant illustre [2] a faites dans le domaine de notre histoire scientifique. Le soin, ajouterons-nous, que prend un peuple voisin de constater l'époque des inventions modernes et d'en signaler les véritables auteurs, démontre tout le prix qu'il attache à ce genre de gloire; et, à cet égard, l'Académie, qui nous offre, par sa constitution, les moyens d'exposer et de discuter devant elle les faits et les doctrines, a su plusieurs fois assurer à nos nationaux un honneur qui leur était imprudemment disputé.

Un vaste champ reste toujours ouvert aux recherches de ce genre, et l'esprit d'impartialité qui doit les diriger n'exclut de son tribunal aucun temps, aucun pays. Depuis vingt ans l'attention s'est portée sur les Arabes, qui, placés entre deux civilisations, ont conservé l'une et préparé l'autre, et dont les travaux, lueurs brillantes du moyen âge, sont encore enfouis, pour la plupart, dans les bibliothèques publiques de l'Europe. Maintenant qu'une découverte [3] non contestée relève les savants de Bagdad d'un arrêt qui pouvait paraître sans appel, et nous les montre comme de véritables inventeurs, titre qu'on leur refusait généralement, il importe d'examiner d'une manière sérieuse et approfondie si cette découverte est le dernier terme des progrès qu'ils ont fait faire à la science astro-

[1] Cousin, *Cours d'histoire de la philosophie*, onzième leçon, p. 4, juillet 1828.

[2] M. Arago.

[3] L. Am. Sédillot, *Recherches nouvelles pour servir à l'histoire de l'astronomie chez les Arabes; Découverte de la variation*, vers l'année 975, par Aboul-wefâ, de Bagdad, et *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 14 et 28 mars 1836, 13 mai et 10 décembre 1838.

nomique; et ce problème ne peut être résolu que par les investigations ultérieures des orientalistes.

En attendant, un pas a été fait : « Les Arabes, disait-on, ne « sont recommandables que pour avoir été les dépositaires « des sciences, pour avoir sauvé le feu sacré, qui se serait « éteint sans eux; mais s'ils nous ont transmis les sciences, ils « nous les ont fait passer à peu près telles qu'ils les avaient « reçues. A peine quelques modifications dans les méthodes « marquent-elles leur existence : c'est le sort des peuples qui « renouent le fil des connaissances humaines; lorsque la des- « tinée ne leur accorde pas une longue durée sur la terre, « ils ne peuvent que ressaisir ce qu'on avait perdu, et n'ont « pas le temps d'aller au delà. »

Aujourd'hui ce jugement est infirmé par les faits [1]; une des plus curieuses découvertes dont se sont glorifiés les astronomes du XVII[e] siècle appartient aux Arabes : Aboul-wefâ, de Bagdad, a le premier déterminé *la variation* ou troisième inégalité lunaire, vers la fin du X[e] siècle de notre ère, c'est-à-dire plus de six cents ans avant Tycho-Brahé; les Arabes ont donc été inventeurs, nous avons été assez heureux pour le démontrer; et c'est à présent sous ce nouveau caractère que nous devons les étudier.

Nous avons eu déjà l'occasion de faire remarquer [2] que dans les méthodes de calcul les Arabes avaient été beaucoup plus loin que l'école d'Alexandrie, qu'ils n'avaient pas seulement substitué les sinus aux cordes, mais qu'ils avaient encore simplifié, par l'introduction des tangentes, comme J. J. Sédillot mon père l'a fait connaître [3], l'expression des rapports

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 10 décembre 1838, Rapport fait par MM. Arago et Mathieu.

[2] Voyez notre Introduction au traité d'Aboul Hhassan, tom. I[er], pag. 2 et 3; et nos Recherches nouvelles, etc. pag. 6.

[3] Delambre, *Analyse des travaux de l'Académie royale des sciences pendant l'année* 1817, pag. 55; *Histoire de l'astronomie au moyen âge*, p. 151 et 157; Chasles, *Aperçu*

circulaires, d'abord si longue et si embarrassée. En algèbre, leurs progrès n'ont pas été moins remarquables : Cardan leur avait attribué la solution des équations du second degré[1]; un passage important d'un manuscrit arabe de la Bibliothèque royale[2] nous a permis d'établir qu'ils avaient aussi résolu géométriquement les équations cubiques, et nous ne devons plus douter qu'ils ne fussent parvenus à un degré de développement intellectuel que la persévérance du génie peut seule atteindre.

En cherchant à réunir les matériaux d'une histoire de l'astronomie chez un peuple digne à tant d'égards de notre admiration et de notre reconnaissance, nous nous sommes proposé un but, encore éloigné sans doute, mais vers lequel nous avançons chaque jour. Dans un pareil travail les divisions sont nécessaires, car il faut distinguer et apprécier avec soin tout ce qui se rapporte à l'*astrognosie*, à l'*astrologie* et à l'*astronomie;* on sait, en effet, que les écrits scientifiques des Arabes sont pour la plupart entachés d'astrologie; mais leurs erreurs mêmes ont souvent contribué à conserver des indications précieuses. D'un autre côté, avant d'aborder la science astronomique, ils possédaient déjà quelques notions générales, fruit de leurs observations, ou puisées dans leurs rapports avec les

historique sur les méthodes en géométrie, p. 494 et 495.

[1] Montucla, *Histoire des mathématiques*, t. Ier, p. 382; Rosen, *the Algebra of Mohammed ben-Musa*, p. VI et IX. On regarde généralement Diophante comme l'inventeur de l'algèbre. Cardan supposait à tort que l'ouvrage de l'Arabe Mohammed ben-Musa al-Khowaresmi en offrait les premières notions. On a soutenu dans ces derniers temps l'origine indienne de cette science, en réunissant quelques passages de Montucla, de Colebrooke et de Rosen; mais la question est loin d'être résolue; nous l'avons examinée et discutée dans notre Introduction aux Tables astronomiques d'Oloug-beg. (Voyez *Tables astronomiques d'Oloug-beg*, commentées et publiées, avec le texte en regard, par M. L. Am. Sédillot, t. Ier, p. 66.)

[2] *Notices et Extr. des Manuscrits*, t. XIII, p. 126 et suiv. Notice de plusieurs opuscules mathématiques qui composent le manuscrit arabe 1104 de la Bibliothèque royale.

pays étrangers; c'est ainsi qu'on retrouve chez eux, à une époque reculée, les noms des planètes et de quelques étoiles fixes; plus tard, nous les voyons s'approprier les idées des Grecs et demander à l'Inde de nouveaux éléments d'instruction, puis, au temps où brillèrent du plus vif éclat les écoles de Bagdad et du Caire, transmettre, à leur tour, à l'Orient et à l'Occident leurs propres travaux, leurs propres découvertes. Nous avons signalé cette double influence des Arabes[1] en montrant la Grande Table Hakhémite du célèbre astronome Ebn-Jounis, reproduite chez les Persans et dans Chrysococca, chez les Tartares et chez les Chinois. La traduction de manuscrits arabes que nous ne connaissons encore que de nom ferait jaillir, assurément, la lumière sur bien des questions que l'on n'a pu résoudre; en attendant, nous avons pensé qu'il serait utile d'examiner d'abord, d'une manière spéciale, quels progrès les Arabes ont fait faire à la partie mécanique, c'est-à-dire aux instruments d'astronomie qu'ils avaient reçus des Grecs[2], et dont ils augmentèrent de beaucoup le nombre.

Tel est l'objet de ce mémoire.

Mais avant d'exposer les résultats auxquels nos recherches nous ont conduits, il est nécessaire que nous passions rapidement en revue ce que l'école d'Alexandrie nous a laissé sur le sujet qui nous occupe; c'est aux Grecs seuls, en effet, que nous pouvons nous adresser pour recueillir les premières données de l'histoire des sciences, et ce n'est qu'après avoir réuni les indications répandues çà et là dans leurs livres, que

[1] *Lettre au Bureau des longitudes*, 1834, pag. 7; *Tables astronomiques d'Olong-beg*, t. Ier, p. 68 et suiv.

[2] Ce que dit Colebrooke de la *sphère armillaire des Indiens* (*Asiatic Researches*, t. IX, p. 347 et suiv.; *On the indian and arabian division of the zodiac*; et *Miscellaneous Essays*, 1837, t. II, p. 345 à 351) ne prouve en aucune manière que les Arabes la leur aient empruntée. Tout porte à croire, au contraire, que les Indiens l'avaient reçue de l'Occident.

nous chercherons à jeter quelque lumière sur les inventions qui appartiennent en propre aux Arabes.

Il ne faudrait pas néanmoins conclure de ce qui précède que les Grecs ont créé l'astronomie et qu'on doit leur attribuer toutes les découvertes qui ont composé comme une science nouvelle personnifiée dans Hipparque[1]; on ne peut révoquer en doute le degré de civilisation avancée où les Chaldéens et les Égyptiens étaient parvenus, à une époque où la Grèce était encore presque barbare, et il est permis de croire qu'une grande partie des inventions dont on rapporte tout l'honneur à ses philosophes, se composait d'emprunts faits à d'autres nations[2]. Nous avons nommé les Chaldéens et les Égyptiens; mais les Indiens et les Chinois n'avaient-ils pas acquis, dans des temps reculés, des connaissances positives, qui ont pu se répandre insensiblement dans les pays occidentaux? Sans nous jeter dans l'examen de cette question, il nous suffira de citer quelques faits qui se rapportent à notre sujet; c'est ainsi qu'Anaximandre ou Anaximènes[3] ne sont pas les véritables

[1] Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, t. Ier, *passim*. Hipparque observait à Rhodes vers l'an 108 avant J. C.

[2] Outre les différents traités d'astronomie qu'il serait trop long d'énumérer ici, voyez Pingré, *Cométographie*, t. Ier, p. 14, 36, etc. de Caylus, *Réflexions sur les connaissances physiques des anciens*, pages 58 et suivantes du tome XXV des Mémoires de l'Académie des inscriptions; l'abbé de Fontenu, *Réflexions sur le premier âge du monde*, même recueil, t. XVIII, p. 7-17; de Brosses, *Mémoire sur la division du premier empire d'Assyrie*, même recueil, t. XXI, p. 1-51; Hérodote, cité par l'abbé de Canaye, même recueil, t. X, p. 26, etc.

[3] Anaximandre, né en 610, mort en 546 av. J. C. invente le gnomon, selon Diogène Laerce, liv. II, ch. 1er, 3: *Γνώμονα πρῶτος εὗρε καὶ ἔστησεν ἐπὶ τῶν σκιαθήρων ἐν Λακεδαίμονι*, etc. Anaximènes, vers 543, selon Pline, est l'inventeur du gnomon. Bailly, *Hist. de l'astr. anc.* p. 175, 197, 384, 442 et suiv. Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, t. Ier, p. 15; l'abbé de Canaye, *Recherches sur Anaximandre* (*Mémoires de l'Académie des inscriptions*, t. X, p. 26 et suivantes). Vitruve, liv. Ier, chap. VI, p. 23, dit que le *γνώμων* des Grecs est la même chose que leur *σκιαθήρ*; Pline, liv. II, chap. LXXVI, traduit *σκιαθήρ* par *horologium*; le *γνώμων* était sans doute le *style du gnomon*, et le *σκιαθήρ* le *cadran* lui-même. Hérodote, *loc. cit.* p. 57, appelle le *cadran* *πόλος*.

inventeurs du gnomon; il paraît qu'on connaissait l'usage de cet instrument à la Chine à une époque antérieure; on sait aujourd'hui que, dès l'année 1109 avant Jésus-Christ, des gnomons de huit pieds y avaient été dressés[1]. Mais il ne faudrait pas, par un excès contraire, prétendre que les Grecs n'ont rien créé d'eux-mêmes. Tout en reconnaissant une influence réelle de l'Orient sur l'Occident, rien n'empêche de croire que les mêmes découvertes aient pu être renouvelées dans des pays différents; et d'ailleurs on ne doit admettre qu'avec la plus grande réserve certaines assertions peut-être hasardées: ainsi, il n'est nullement prouvé que les Chinois aient inventé la sphère, la boussole, les sphères armillaires plus de deux mille ans avant Jésus-Christ[2]. Nous nous abstiendrons donc, en jugeant l'antiquité, de toute opinion exclusive, l'esprit de système nous paraissant fort près de l'erreur, et nous nous attacherons principalement aux faits incontestés.

Et d'abord on ne saurait révoquer en doute les nombreux rapports des philosophes grecs avec les savants de l'Égypte et de la Chaldée, et les connaissances nouvelles qu'ils acquirent dans leurs voyages[3]; ce que nous devons seulement regretter, c'est de ne pouvoir apprécier, faute de documents, le degré de perfectionnement que la science astronomique avait atteint chez les anciens peuples de ces pays. On a cherché, il est vrai, à découvrir dans leurs monuments une intention cachée.

[1] Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, t. I[er], p. 350 et suiv.

[2] Voyez, sur les sphères et globes célestes des Indiens et des Chinois, Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, t. I[er], p. 350-372 et 501-516; Bailly, *Histoire de l'astronomie ancienne*, pag. 122; Gaubil, *Histoire de l'astronomie chinoise*, p. 5, 26, etc.

[3] Et dans Platon lui-même (n. en 430, m. en 347), ne trouve-t-on pas la trace de cette haute opinion que les Grecs avaient conservée des Égyptiens : *Καί τινα εἰπεῖν τῶν ἱερέων εὖ μάλα παλαιόν, ὦ Σόλων, Σόλων, Ἕλληνες ἀεὶ παῖδές ἐστε, γέρων δὲ Ἕλλην οὐκ ἔστιν*; *Timée*, t. V, x, etc. (Édition de Leipsig.) Diogène Laerce, liv. III, VIII, XIX, etc. pag. 122, 288, 306, etc.

Mais les obélisques, par exemple, ne pouvaient servir de gnomon; leur position près des Pylones, comme l'a remarqué M. Letronne, et non, ainsi qu'on l'a dit[1], leur forme trop exiguë, rendait cet usage impossible; et si les pyramides étaient orientées aussi bien que la tour du temple de Bélus, observatoire des Chaldéens, quelle conséquence en pourrait-on tirer, si ce n'est qu'on était parvenu à tracer la ligne d'est et ouest, et la ligne méridienne, ce que personne ne met en question[2]? Le tombeau d'Osymandyas ne saurait non plus être considéré comme un cercle astronomique : ce pouvait être un cercle descriptif montrant l'état du ciel pour l'époque; et, comme cet état change, il aurait pu servir à spécifier le changement[3]; mais il ne prouve nullement que les Égyptiens n'aient

[1] Bailly, *Hist. de l'ast. ancienne*, p. 81.— Diodore de Sicile, cité par Delambre, *Hist. de l'astronomie ancienne*, t. Ier, discours préliminaire, p. 49; Goguet, *Origine des lois*, t. II, pag. 250; *Consultation au sujet des gnomons et des obélisques des anciens*, avec la réponse de l'Académie; *Mémoires de l'Académie des inscriptions*, t. III, p. 174 et suiv. Pouchart, même recueil, t. Ier, p. 193.

[2] Silvestre de Sacy, *Observations sur l'origine du nom donné aux pyramides d'Égypte*, pag. 59; le même, *Relation d'Abdallatif*, p. 173, 174, 214; Jomard, Mémoires insérés dans la Description de l'Égypte; Quatremère, *Mémoires sur l'Égypte*; Savary, *Lettre sur l'Égypte*, t. Ier, pag. 17; Bailly, *Astronomie ancienne*, p. 176 et 418; *Moniteur*, n° 316, an VIII, etc. Voyez aussi Legentil, *Voyage dans l'Inde*, t. Ier, p. 217; et sur la tour de Belus, l'abbé Halma, qui transcrit l'opinion de Fréret dans son discours préliminaire, tome IV de sa traduction de Ptolémée. Les inscriptions retrouvées à Babylone ont donné lieu à d'importants travaux : voyez R. Grotefend, Saint-Martin, Silvestre de Sacy et Eugène Burnouf; M. Ideler, *Mémoire sur les Chaldéens*, trad. par Halma, p. 257; Diogène Laerce, *sur Thalès*, liv. Ier, chap. 1er, III.

[3] M. Letronne (*Mémoire sur le tombeau d'Osymandyas*, pag. 54) s'exprime ainsi : « Selon les prêtres, on avait marqué sur « ce cercle le lever et le coucher des astres « et les phénomènes *atmosphériques* qu'ils « annonçaient *pour chaque jour*. C'est là tout « justement le caractère de ces *parapegmes* « qu'on exposait dans les villes grecques « depuis la réforme de Méton : c'étaient, « comme on sait, des tables des levers et « couchers des astres pour chaque jour de « l'*ennéadécaétéride*, accompagnées de l'in- « dication des changements astronomiques, « *ἐπισημασίαι*, qu'on croyait s'y rattacher. « Mais il se présente une difficulté, c'est « que le cercle d'or, avec sa division en « trois cent soixante-ciuq coudées, ne pou-

connu que l'année de 365 jours [1]. Au reste, M. Letronne a tranché toutes les difficultés dans son Mémoire sur le tombeau d'Osymandyas, en établissant que ce cercle était une invention bien postérieure au règne de ce prince.

Ce que l'école chaldéenne nous offre de réel et de plus ingénieux, c'est l'hémisphère creux de Bérose [2]. Cet hémisphère ou hémicycle, placé horizontalement dans un lieu découvert, a sa partie concave tournée vers le zénith; un style s'y élève verticalement (Delambre se sert du mot *globule*); dès que le centre du soleil dépasse l'horizon, l'ombre du style

« vait représenter qu'une année vague, « tandis que l'indication du lever et du « coucher des astres *pour chaque jour de « l'année* et les pronostics météréologiques « qu'on en tirait, marqués également pour « chaque jour, ne peuvent avoir d'applica- « tion constante que dans une année fixe « solaire ou luni-solaire, comme était alors « celle des Grecs, régularisée par Méton. « Voilà ce à quoi les prêtres n'ont pas son- « gé, et la méprise est fâcheuse. Allier un « usage égyptien avec un usage grec qu'il « repousse, c'est montrer tout à la fois une « grande ignorance et cette manie cons- « tante de s'attribuer l'origine et l'inven- « tion de tout ce qu'il y avait de bon ail- « leurs. Le cercle lui-même pourrait bien « n'être encore qu'une maladroite imitation « des *armilles équatoriales* des Grecs; car rien « ne dit qu'elles n'existassent point chez eux « avant Ératosthènes. Ces armilles étaient « disposées dans le plan de l'équateur; les « prêtres thébains, qui en avaient entendu « parler, mais sans les avoir vues, et très- « probablement sans en comprendre l'usage, « ne se contentèrent pas de les convertir en « un cercle horizontal qui ne pouvait servir « à rien, ils y ajoutèrent un *parapegme* essen- « tiellement incompatible avec sa division... « L'invention de ce fameux cercle achève « donc de prouver que l'intention des au- « teurs de cette description a été précisé- « ment de donner aux Grecs une idée ex- « traordinaire des travaux des plus anciens « rois égyptiens et de leur faire croire que « l'Égypte n'était plus, même sous Sésos- « tris, aussi riche et aussi puissante que « huit ou dix siècles auparavant. » Voyez aussi de La Nauze, *Histoire du calendrier égyptien* (*Mémoires de l'Académie des inscriptions*, t. XIV, p. 337); Bailly, *Hist. de l'astr. ancienne*, p. 178, et Jomard, *loc. cit.*

[1] On a dit que les Égyptiens ne connaissaient que l'année de 365 jours; il fallait dire se servaient de l'année de 365 jours, sans exclure l'année tropique. Voyez le mémoire de M. Letronne sur le calendrier égyptien (encore inédit).

[2] Bérose florissait vers 230 avant J. C. Y a-t-il eu deux Bérose? Ideler, *loc. cit.* p. 159. L'astronomie a-t-elle été portée chez les Grecs par le Chaldéen Bérose? *Mém. de l'Académie des inscriptions*, t. VI, p. 8 et 178; Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, *passim*, et particulièrement t. II, p. 510.

entre dans la concavité de l'hémisphère et y trace dans une situation renversée le parallèle diurne du soleil. Cet instrument, qui servait à la fois à marquer les heures et les saisons, fut adopté par les Grecs[1]. Nous devons dire ici, pour compléter tout ce qui se rapporte aux Chaldéens, que nous avons encore de ce peuple les observations que Ptolémée a placées dans l'Almageste, leur division du zodiaque conservée par Sextus Empiricus[2], et enfin la méthode de calcul qu'ils adaptaient à l'équation lunaire et que Geminus fait connaître dans son Introduction aux phénomènes célestes.

En examinant avec attention ces seuls débris de la science chaldéenne, nous avons découvert un fait nouveau, digne d'être signalé, et sur lequel nous reviendrons ailleurs avec plus de développements, nous bornant à l'indiquer ici : la méthode chaldéenne, employée pour distribuer les inégalités du mouvement des planètes et appliquée au mouvement lunaire, conduit à une formule dont l'argument, au lieu d'être

[1] Josèphe soutient contre Apion, *de Antiq. jud.* l. II, que Moyse n'a pas inventé les colonnes substituées aux obélisques et implantées au fond d'une demi-sphère creuse dont la concavité était parcourue par l'extrémité de l'ombre qui décrivait la route du soleil, *ἀντὶ δὲ ὀβελῶν ἔστησε κίονας*, etc. Il faut s'en référer à l'opinion de Vitruve, liv. IX, chap. IX : « Hemycyclum « excavatum.... Berosus Chaldæus dicitur « invenisse. »

[2] Sextus Empiricus dit qu'ils divisèrent le zodiaque en douze signes au moyen d'une clepsydre (Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, t. I[er], p. 10). Ce savant, après avoir attribué aux Chaldéens la première connaissance des planètes et la détermination des sept jours de la semaine, ajoute : « Appollonius Myndien regardait les comètes comme des planètes « visibles pendant une partie de leur révolution et qui doivent revenir à des intervalles plus ou moins longs ; cette idée est « raisonnable, et on ne peut que lui en savoir beaucoup de gré quand on lit tout ce « que les Grecs ont écrit sur ce sujet. Il est « fâcheux qu'Épigène, qui avait aussi étudié chez les Chaldéens, ait affirmé qu'ils « ne savaient rien des comètes et qu'ils en « attribuaient la formation à des tourbillons « de matières enflammées. » Ceci peut s'entendre, au reste, de leur nature et non de ce que dit Apollonius Myndien de leur mouvement ; ainsi il n'y a point de contradiction, et les deux témoignages restent en faveur des Chaldéens.

proportionnel à une fonction de la distance angulaire, est proportionnel à une fonction du temps, mais dont la constante est un arc de cercle, comme dans les formules modernes.

Cette formule, comparée à celles qui ont un sinus pour argument, place dans des lieux peu différents les mêmes sous-multiples de la plus grande équation, et peut de même satisfaire à toutes les inégalités en plaçant convenablement les époques; et, en supposant que les Chaldéens eussent connu les mêmes inégalités que nous savons avoir été connues des Grecs, elle pouvait les représenter à peu près comme ceux-ci l'ont fait avec des épicycles.

Et ce qui n'est pas moins digne de remarque, c'est que cette formule très-simple est précisément celle dont se servaient les Chinois lorsque les Européens ont pénétré dans leur empire, ainsi qu'on peut s'en assurer par la décomposition de leurs tables, dont personne ne s'est occupé jusqu'à présent.

Cette méthode ingénieuse et commode, fondée sur une considération arithmétique très-délicate, n'exige point de connaissances trigonométriques; elle suffit aux besoins d'une astronomie naissante, et peut s'étendre à ceux d'une astronomie plus avancée, où l'on aurait séparé les constantes et placé convenablement les époques [1].

Mais revenons aux instruments astronomiques mentionnés par les Grecs; la sphère et le gnomon, l'héliomètre de Méton, l'héliotrope de Phérécyde et les nombreux cadrans des anciens, qui peuvent donner une idée de leurs systèmes de projection; l'usage des clepsydres et des sabliers; voilà ce que nous devons d'abord exposer avec quelques détails, car il n'est pas

[1] Voyez le texte de Geminus, *Uranologion de Petau*, pag. 61 et suiv. et Laplace, *Précis de l'histoire de l'astronomie*, note 2.

seulement nécessaire de faire connaître les instruments en eux-mêmes, il faut encore les apprécier sous le rapport de la justesse des observations; c'est ainsi qu'on estime que, pour les observations de latitudes, le gnomon était préférable aux anciennes armilles dont nous parlerons bientôt.

Les sciences, dans leur développement, semblent suivre une marche impérieuse; pour déterminer les époques de l'année, il suffisait d'observer l'ombre aux solstices; par le lieu des solstices, on avait approximativement celui des équinoxes; on corrigeait les équinoxes par le cercle équatorial; on n'avait pas encore besoin de trigonométrie; sans trigonométrie, on avait les principaux éléments, la longueur de l'année, la durée des saisons, et l'on reconnaissait la longueur inégale du jour apparent par la différence des hauteurs méridiennes observées chaque jour au gnomon, comme on reconnaissait les époques du jour par la direction de l'ombre. Le gnomon, le plus simple et le plus ancien de tous les instruments, donne la hauteur avec d'autant plus de précision qu'il est plus élevé; l'échelle de l'ombre étant plus étendue, les divisions y sont plus sensibles et plus faciles à marquer. On eut donc de grands gnomons; mais il fallut des siècles pour que l'on songeât à faire passer les rayons solaires par une petite ouverture pratiquée au centre d'une plaque circulaire[1], afin d'avoir plus exactement le milieu de l'ombre. La différence des hauteurs méridiennes, tantôt croissantes et tantôt décroissantes, indiquait l'obliquité de la route du soleil; on mesura cette obliquité par un arc dont on eut le rapport à la circonférence; Ératosthènes le fixait à $\frac{11}{83}$ au IIIe siècle avant notre ère. On usa plus tard du module commun de 360 parties, équivalant à la circon-

[1] Ce furent les Arabes qui se servirent les premiers du gnomon à trou, comme nous le démontrerons plus loin.

férence entière, auquel on compara les arcs observés. D'autres instruments furent employés pour arriver au même but; mais avant d'en faire l'énumération, reprenons notre sujet[1].

La sphère[2] et le gnomon ont été très-anciennement connus

[1] Une discussion fort curieuse s'est élevée sur le cadran d'Achaz; mais, comme la question a été débattue sans que les commentateurs aient jamais pu s'entendre, nous ne nous y arrêterons pas. Bailly, *Hist. de l'astronomie ancienne*, p. 384; Costard, cité par l'abbé Halma, t. IV, p. 20; Ideler, *loc. cit.* p. 163; les Rois, II, 20, et Isaïe, 38; Schœll, *Éléments de chronologie*, t. Ier, p. 122. Il fait connaître l'opinion de plusieurs allemands. G. H. Martini, *Von den Sonnehnuhren der alten*, Leipzig, 1777; Marperger, *Horologiographia*, Dresde, 1723, pag. 94, cadran solaire de G. Hartmann où l'ombre rétrocédait; Opinion de Van der Hardt: *Esaii vaticinia*, lat. vers. et explic. Rosenmuller, t. II, p. 785; Falconnet, *Dissertation sur Jacques de Dondis* (*Mémoires de l'Académie des inscriptions*, t. XX, p. 445).

[2] L'abbé Renaudot, *de l'Origine de la sphère* (*Mémoires de l'Académie des inscriptions*, t. Ier, p. 1 et suivantes), et parmi les auteurs qui y sont cités, Cicéron, Pline, Plutarque, Archimède et Aristote. On sait qu'Aristote écrivit un livre d'astronomie (*Astrologicon*); mais dans aucun de ses traités il ne parle des instruments astronomiques. Voyez édition de 1639, *Mechanicæ questiones*, *metereologicorum*, lib. IV, etc. Voyez, sur la sphère attribuée à Anaximandre et sur les sphères d'Eudoxe, d'Aratus, d'Hipparque, d'Autolycus, de Posidonius, etc. Bailly, *Histoire de l'astronomie ancienne*, p. 245, 448 et suiv. *Astronomie moderne*, t. Ier, p. 57 et 577; Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, tom. Ier, p. XLVI, 15, 73, 109-138. On trouve aussi, page 100, quelques détails sur la sphère mouvante ou *planétaire* d'Archimède, et, p. 194, sur le globe de Geminus. M. Delambre juge bien sévèrement Geminus, en disant qu'il n'était ni géomètre ni astronome, et qu'il a voulu malheureusement faire parade de science. N'est-ce pas une opinion bien hasardée? Il reproche à Geminus de n'avoir placé ni le centre de la terre ni la ligne de l'apogée dans la figure qu'il donne du mouvement du soleil. Geminus, il est vrai, ne trace pas la ligne des apsides, mais il l'indique dans les ♊, en disant que la plus grande dodécatémorie de l'orbite est dans les Gémeaux, et la plus petite dans le Sagittaire. « Pour cette raison, « ajoute Geminus, le soleil emploie le temps « le plus long à parcourir les Gémeaux et « le plus court à parcourir le Sagittaire, « quoique son mouvement soit toujours « uniforme (chap. Ier). » Un peu plus loin (page 211) M. Delambre avance que Geminus, ayant pris ses données dans Hipparque, a voulu se donner un vernis de géométrie en calculant la variation diurne. Peut-il émettre une telle assertion après avoir dit (p. 190) que Geminus ne connaissait pas le $\frac{1}{300}$ de jour retranché de l'année par Hipparque, et (page 191) qu'il semble n'avoir eu aucune idée des travaux de cet astronome? Voyez aussi, sur l'équatorial de Geminus, Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, t. Ier, p. 202.

en Grèce; c'est un fait acquis [1]; mais Thalès de Milet employait-il d'autres instruments? on l'ignore [2]. Jusqu'à Ptolémée, on ne trouve que des indications vagues; à peine devons-nous mentionner l'héliomètre de Méton et l'héliotrope de Phérécyde [3]; on ne possède aucun renseignement sur leur grandeur ou sur leurs usages, et peut-être l'héliomètre n'était-il qu'un gnomon destiné à mesurer les ombres solsticiales, puisqu'on ne cite que des solstices de Méton [4].

Cadrans.

Nous pouvons réunir, il est vrai, des données un peu moins incertaines sur les cadrans des anciens [5]. Vitruve nous

[1] Hérodote dit que les Grecs ont pris des Babyloniens le *pole* et le *gnomon* (ed. Schweighaeuser, *Histor.* lib. II, p. 383) : Πόλον μὲν καὶ γνώμονα καὶ τὰ δυώδεκα μέρεα τῆς ἡμέρης παρὰ Βαβυλωνίων ἔμαθον οἱ Ἕλληνες; voyez aussi l'édition de Larcher, t. II, p. 84, et la note p. 409. Scaliger (*Ad Manil.* III) et Ideler (*loc. cit.*) pensent que le mot *pole* était le nom donné à l'horloge solaire. (Voyez plus bas, p. 6, note 3.)

[2] Diogène Laerce, liv. I[er], chap. 1[er], 3; l'abbé de Canaye, *Recherches sur Thalès* (*Mémoires de l'Académie des inscriptions*, t. X, p. 8). On a dit de Thalès, comme d'Ératosthènes, qu'il avait trouvé la hauteur des pyramides par leur ombre.

[3] Diogène Laerce, t. I[er], liv. I[er], ch. XI, 6 : Σῴζεται δὲ καὶ ἡλιοτρόπιον ἐν Σύρᾳ τῇ νήσῳ, etc. Bailly, *Hist. de l'astr. anc.* p. 197.

[4] Ptolémée compare le solstice observé par Méton et Euctémon, à Athènes, sous l'archonte Apseude, le 21 phamenoth au matin, à celui qu'il a observé lui-même l'an 463 de la mort d'Alexandre, le 11 mesori, 2 heures après minuit, ou à 14 heures. Ici Delambre (*Histoire de l'astronomie ancienne*, t. II, p. 109 et 576), après s'être appuyé sur les vérifications de M. Marcoz, accuse Ptolémée de s'être trompé d'un jour. — A notre sens Ptolémée dit le 12 mesori à 2 heures du matin, et sa phrase exige qu'on lise ιϐ', 12, au lieu de ιά, 11. La voici : « Pour nous, nous sommes assurés d'une « manière certaine que celui (*le solstice*) de « l'année susdite, 463[e] après la mort d'A- « lexandre, a eu lieu le (ιά, lisez ιϐ') 12 de « mesori, après ou durant la 2[e] heure, *ou « bien* vers 2 heures proche de minuit (du « 11) au 12. » Ce ne peut être le 11, si c'est après le minuit du 11 au 12; et si c'est le 11 après minuit, ce ne peut être le minuit du 11 au 12; ce serait celui du 10 au 11. Les nombres résultant du calcul que Ptolémée fait ensuite lui-même montrent que c'est du 12 qu'il s'agit; autrement il n'aurait que 571 années 139 jours d'intervalle, tandis qu'il en a 140. Voyez Delambre, *loc. cit.* à la page 576, où la leçon du 12 est indispensable et d'ailleurs indiquée par le calcul de Cabasillas.

[5] Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, p. 15, sur le gnomon de Pythéas, et *passim*; de La Nauze et l'abbé Gedoyn, *Mém. de l'Académie des inscriptions*, t. XII, p. 86 et suiv. et p. 170; Fréret, même recueil, t. XVIII, p. 206; l'abbé Sallier,

a transmis quelques débris de la gnomonique des Grecs; il explique notamment le cadran d'Eudoxe appelé *l'araignée;* l'analemme de Ptolémée nous offre aussi des constructions fort simples et suffisantes pour les cadrans réguliers; la tour des vents d'Athènes [1] nous fournit huit verticaux déclinants; et, quant aux projections, l'analemme semblerait prouver que les Grecs connaissaient la projection orthographique, la projection gnomonique et la projection stéréographique [2]. Il nous suffit, au reste, de renvoyer sur ce sujet à l'ouvrage de Delambre; et nous nous contenterons de signaler ce point important, savoir, que les anciens n'employaient et ne marquaient sur leurs cadrans que les heures temporaires.

Quant aux cadrans de Rome, on sait que le premier fut érigé l'an 263 avant J. C. par le consul Val. Messala [3].

L'usage des clepsydres et des sabliers remonte aussi à une époque fort ancienne [4]; mais il ne faut pas cependant Clepsydres.

Recherches sur les horloges des anciens, même recueil, t. IV, p. 148; *Dissertation sur Jacques de Dondis, loc. cit.* et les auteurs qui sont indiqués dans ce mémoire; on y trouve (pages 448 et suiv.) des détails intéressants sur les horloges chez les Romains et au moyen âge (*horloges de Boëce et de Cassiodore, de Pépin*, etc.). Nous le mentionnerons plus loin pour les *clepsydres*. Aristophanes nous apprend que, de son temps, on se servait à Athènes d'un simple gnomon sans divisions horaires; Ideler, *l. c.* Voyez aussi Bailly, *Hist. de l'astr. mod.* t. I, p. 71 et suiv.

[1] Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, t. II, p. 487; *Antiquités d'Athènes*, de Stuart; *Cadran de Délos* (*Histoire de la classe des sciences mathématiques*, 1814). M. Delambre s'étend assez longuement sur les cadrans anciens, *loc. cit.* t. II, p. 489-514.

[2] Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, t. II, p. 485.

[3] *Mémoires de l'Académie des inscriptions; Dissertation sur Jacques de Dondis, loc. cit.* Saumaise, *In Flavium Vopiscum*, p. 425 *b;* Schœll, *Éléments de chronologie*, t. I[er], p. 23, etc.

[4] *Dissertation sur Jacques de Dondis, loc. cit.* et la note précédente; l'abbé Sallier, *Recherches sur les horloges des anciens* (*Mémoires de l'Académie des inscriptions*, t. IV, p. 148). La première clepsydre qu'on vit à Rome fut celle de Scipion Nasica. Ces horloges étaient appelées *horologia hydraulica* ou *horaria*, et Cicéron se sert du terme *solarium;* Schœll, *Éléments de chronologie*, t. I[er], p. 23, où l'on trouve aussi quelque chose sur les horloges au moyen âge. Voyez la description donnée par Vi-

confondre avec les horloges à eau [1] proprement dites les clepsydres qu'on employait à Rome et à Athènes au IVe siècle; les Chaldéens avaient, dit-on, divisé le zodiaque en douze signes par les levers au moyen d'une clepsydre [2]; les Égyptiens trouvaient le diamètre du soleil par les horloges d'eau, et par le temps que le diamètre met à monter sur l'horizon; voici de quelle manière [3].

Au moment où le disque du soleil apparaissait à l'horizon, le jour de l'équinoxe, on laissait sortir l'eau goutte à goutte du fond du vase, qui se conservait toujours plein au moyen d'un autre vase placé au-dessus, et qu'on remplissait au fur et à mesure. On recevait dans un bassin l'eau qui tombait depuis l'apparition du premier bord du soleil jusqu'au moment où le disque se montrait tout entier sur l'horizon, et dans un second bassin beaucoup plus grand, l'eau qui tombait jusqu'au lendemain à la première apparition du soleil; puis on mesurait et on pesait avec soin l'eau contenue dans chaque

truve de l'horloge à eau de Ctésibius. Sur l'horloge de Cicéron, voyez Zuzzeri et Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, t. I, p. 263; Bailly, *idem*, p. 383 et suiv. et *Hist. de l'astr. mod.* t. Ier, p. 61 et suiv.

[1] Ideler, *loc. cit.* p. 165, sur les clepsydres d'Athènes et l'horloge de Platon. Les Chaldéens se servaient sans doute de l'*hydrologe*.

[2] Ils employèrent aussi la course d'un cheval, après avoir préalablement mesuré le chemin qu'il faisait dans un temps donné. Delambre, *loc. cit.*

[3] *Καὶ πρῶτον ὅπως συμβαίνει καθ' ὁμαλὴν ῥύσιν ὕδατος ἐκλαβεῖν χρόνον λέγομεν ὅσα καὶ Ἥρων ὁ μηχανικὸς ἐν τοῖς περὶ ὑδρίων ὡροσκοπείων ἐδίδαξε*, etc. Proclus, *Hypotyposes*, éd. Halma, p. 107; mais, ajoute-t-il, *ἕτεροι δὲ λαβόντες ὡροσκοπεῖόν τι τῶν συνηθῶν τουτέστι σκάφην ἢ καὶ ἄλλο τι γνωμονικὸν κατασκεύασμα, ἢ καὶ τινα κλεψύδραν.... ἢ καὶ χρόνον ἐξ ὑδρολογίου χρονολάβου λαμβάνοντες*, etc. p. 108. Valla dit, page 351 : « Quæ Heron mecanicus *et refert Proclus.* » Ceci répond à l'accusation portée contre Valla par l'abbé Halma, (t. IV, discours préliminaire, p. 10 et 11); l'abbé Halma s'est beaucoup servi, cependant, du travail de ce savant. — Proclus, p. 103, appelle ceux qui mesurent le temps par les gnomons *οἱ γνωμονικοί*; — man. latin de la Bibliothèque du roi, n° 7263, fol. 257; n° 7264, fol. 281. Voyez Valla, p. 349; et, sur Héron, M. Arago, dans son excellente dissertation sur les machines à vapeur, *Annuaire du Bureau des longitudes*, 1837, p. 225.

bassin, et l'on établissait cette proportion : comme toute la quantité d'eau écoulée est à celle qui est contenue dans le petit bassin, ainsi les 360 degrés de la sphère céleste sont à la grandeur cherchée du diamètre solaire [1].

Cette méthode est fort incertaine et Ptolémée la repousse; il emploie, pour arriver au même résultat, la dioptre d'Hipparque, dont nous parlerons plus loin.

Venons maintenant aux instruments astronomiques dont Ptolémée nous a laissé une description plus complète; le premier est une armille solsticiale qui lui sert à montrer de combien l'écliptique est incliné sur l'équateur [2]; on peut croire qu'Aristille et Timocharis connaissaient l'usage de cette armille, mais on n'en saurait dire autant d'Ératosthènes, qui fit toutefois placer à Alexandrie des armilles équatoriales [3]. Proclus nous a donné un long commentaire sur l'armille de Ptolémée [4]; c'est dans ce commentaire que se trouve l'indication d'un cercle que plus tard on a nommé *cercle indien* [5], et comme nous aurons l'occasion de rapporter tout ce que les auteurs arabes et persans ont dit à ce sujet, il n'est pas Armilles solsticiales.

[1] Proclus, p. 107 : *Ἡ διὰ χρονολάβων παρεσχόντων, ἢ δι' ὑδρομέτρων, ἢ δι' ὡροσκοπίων*; Valla, page 350, traduit ainsi : « Per « temporum acceptiones, vel per hydrologium, vel hydroscopia; » et l'abbé Halma écrit tout simplement : « Soit par des ins« truments propres à mesurer le temps, « soit par des instruments à eau nommés « hydromètres. » Voyez ce que dit M. Ideler, *Handbuch der Mathem. and Techn. chronologie*, t. I[er], p. 225 et 226.

[2] Ptolémée, *Almageste*, liv. I[er], ch. x; *Epitomes Joannis de Monte-Regio in Almagestum*, lib. I[er], pr. xvii, et lib. II, pr. xiv; Schrekhenfuchsii, *Annotationes*, p. 23 et 24. Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, t. II, p. 74, fait remarquer que Ptolémée n'indique ni les dimensions ni l'inventeur de l'instrument; mais c'est probablement parce que l'usage en était très-répandu de son temps.

[3] Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, t. I[er], p. 86 et 97; t. II, p. 252.

[4] Proclus, *Hypotyposes*, trad. de l'abbé Halma, p. 78; Valla, p. 338.

[5] Le cercle indien était un véritable instrument, et non pas seulement un procédé, comme l'a pensé M. Biot; les textes arabes, ainsi qu'on le verra plus loin, ne permettent aucun doute à cet égard.

hors de propos de transcrire ici les termes mêmes de Proclus[1] :

« On prend, dit-il, le parallélisme de l'horizon au moyen « de cales posées au-dessous d'une planche sur laquelle porte « le pied du soutien, de manière qu'elle ne penche d'aucun « côté; ce qui est évident si de l'eau versée sur la planche reste « en place sans s'écouler par quelque endroit que ce soit. En- « suite on pose un gnomon vertical sur la base carrée, et on « décrit un cercle autour du pied de ce gnomon comme au- « tour d'un centre; on observe, avant midi, le moment où « l'ombre du gnomon atteint la circonférence de ce cercle « pour marquer exactement le point où elle tombe et ensuite, « après midi, l'autre point où l'ombre aboutit quand elle at- « teint encore la circonférence; et, joignant avec une règle « ces deux points, on trace une ligne que l'on divise en deux « parties égales; si l'on applique ensuite la règle sur le point « du milieu et sur le centre du cercle, la droite tirée le long « de cette règle jusqu'à la circonférence sera la ligne méri- « dienne dans tous ses points, parce qu'à midi l'ombre qui « tombe du gnomon se confond avec elle. »

Quart de cercle.

Ptolémée employait aussi, pour déterminer l'inclinaison de l'écliptique, un quart de cercle tracé sur une planche[2], que nous retrouvons chez les Arabes sous le nom de *briques*, et dont on a voulu faire un *mural;* mais rien ne prouve qu'il en ait été l'inventeur[3]. Il ne dit que quelques mots des ar-

[1] Proclus, *Hypot.* éd. Halma, p. 81 et 82.

[2] Ptolémée, *Almageste*, l. Ier, ch. x; *Epitomes Joannis de Monte-Regio*, l. Ier, pr. XVII. Les auteurs arabes font mention de cet instrument, et l'appellent اللبنة, *les briques*. On en a déjà fait la remarque sous forme de doute (*Mém. sur l'observatoire de Meragah*, par Jourdain, p. 18); mais nos dernières recherches ne peuvent laisser aucune incertitude sur ce point. Aboul-Hhassan, m. 1148, fol. 130, en décrivant cet instrument, traduit les propres expressions de Ptolémée.

[3] Delambre, *Hist. de l'astr. anc.* t. II,

Armilles équinoxiales.

milles équinoxiales, en parlant des observations faites à Alexandrie au cercle de cuivre[1] placé dans *le portique carré;* cet instrument, qui paraît avoir été connu d'Hipparque, offrait beaucoup d'inexactitude; on sait combien l'histoire de la précession des équinoxes est encore obscure; nous nous proposons de publier bientôt à ce sujet un mémoire complet; en attendant nous indiquerons ici quelques idées nouvelles sur l'origine de la détermination véritable de ce phénomène. Legentil a fait la remarque qu'Hipparque ne parle en aucune façon de la précession des équinoxes dans son commentaire sur Aratus, et il ajoute: « L'examen sévère qu'il a fait de la « sphère d'Aratus est, je pense, ce qui a tenu Hipparque dans « une incertitude continuelle sur ce mouvement, et j'oserais « même assurer qu'*il n'y a jamais cru.* » C'est un jugement que nous attaquons avec quelque raison; on sait que la recherche des périodes et leur rectification ou perfectionnement étaient deux des principaux objets de l'ancienne astronomie; ainsi nous n'avons pas à répéter ici comment Hipparque a corrigé les *périodes* des Chaldéens, en comparant leurs observations aux siennes propres; mais entre ces déterminations nouvelles, il en est une qui se déduit d'un rapport de nombres conservés par Ptolémée, dont on n'a pas encore tiré tout le parti possible,

p. 75, fait plusieurs réflexions sur ce passage de Ptolémée, sans rien conclure. C'est qu'en effet on ne peut affirmer que l'astronome d'Alexandrie ait le premier construit et employé l'instrument dont il est question. Le mot ἐποιούμεθα, dont se sert Ptolémée, n'est pas une preuve suffisante; aussi ce problème, *Ptolémée a-t-il été réellement inventeur?* est encore tout entier à résoudre. Voyez notre Mémoire sur la découverte de *la variation* par Aboul-Wéfa, p. 16.

[1] Ptolémée, liv. III, ch. II; Montucla, *Histoire des mathématiques,* t. Ier, p. 305; voyez aussi le Commentaire de Théon et le manuscrit latin de la Bibliothèque du roi, n° 7263, fol. 140, trad. de Théophile; *Epitomes Joannis de Monte-Regio,* lib. III, pr. 1; *Schrekhenfuchsii Annotationes,* p. 45. Ce commentateur, en rappelant les instruments dont les anciens se servaient pour observer les équinoxes, en donne la figure.

et qui peut servir à fixer d'une manière incontestable la précession déterminée par Hipparque.

Ptolémée, rapportant (livre III) les propres expressions d'Hipparque, montre qu'il faisait l'année tropique de trois cent soixante-cinq jours, cinq heures, cinquante-cinq minutes, douze secondes ($365^j\ 5^h\ 55'\ 12''$), et il dit, au livre IV, que le même Hipparque a trouvé, d'après les observations des Chaldéens et les siennes propres, que, dans une période de $126{,}007^j$ et une heure équinoxiale, le soleil parcourt 345 circonférences entières moins $7°\ \frac{1}{2}$ à très-peu près, relativement aux étoiles fixes : de ces deux nombres, on déduit une année sidérale de $365^j\ 6^h\ 14'\ 12''$.

Quelle que soit la grandeur respective de ces deux années, leur différence en temps qui est de $19'$ donne l'arc de précession annuelle de 46"8 [1].

M. Delambre, en comparant les déclinaisons des étoiles

[1] La détermination de la durée de l'année tropique donne, pour cent années juliennes, un mouvement séculaire de.................... $100^c\ 0°\ 19'\ 42'',76$.

Les nombres cités précédemment donnent, pour le même temps, un mouvement séculaire sidéral de..............	99	359	1	41. 98.
Différence ou précession séculaire............	0	1	18	0, 78.

En secondes.......... 4680",78.

Hipparque............l'an	127	av. J. C. faisait la précession annuelle de	46",8.
Ptolémée................	138	ap. J. C. l'a réduite à.............	36, 0.
Les auteurs de la Table vérifiée.	830	l'ont portée à..................	54. 5.
Albategni................	880	de même......................	54. 5.
Abderrahman-Soufi........	960	....	54, 5.
Aboul-wefâ..............	980	....	54, 5.
Ebn-Jounis..............	1000	....	51, 2.
Arzachel................	1080	....	53. 05.
Nasir-eddin..............	1232	....	51, 4.
L'anonyme persan auteur des Tables de Chrysococca		....	51, 4.
Oloug-beg................	1437	....	51, 4.

observées par Timocharis et par Hipparque, trouve par un milieu, entre 18 résultats, 51"39; Ptolémée réduisait la précession à 36"; il aurait dû trouver, d'après les calculs de M. Delambre, 48"75.

M. Delambre suppose entre Hipparque et Timocharis une distance moyenne de 144 ans; la précession de 46"8 conduirait à augmenter cette distance moyenne de 15 ans.

Chez les Arabes, Albategni a fait la précession de 54", et Ebn-Jounis de 51"2; les astronomes d'Almamon la faisaient aussi de 54"; depuis, Nasir-eddin et Oloug-beg, le dernier des astronomes orientaux, l'ont faite de 51"4. Elleest, suivant nos tables modernes, de 50"1; ainsi, pour une première détermination, Hipparque ne s'était point trop écarté de la vérité. Mais ce n'est pas seulement pour la précession des équinoxes que nous devons parler de lui; il n'y a que ce grand astronome, parmi les Grecs, qui ait su se créer une méthode d'observation propre à faire reconnaître la marche de la nature; il semble avoir voulu sans cesse remonter des phénomènes à leurs causes; et cette pensée, qui germait seulement en lui, ne s'est pas développée dans ses successeurs; un second Hipparque aurait été nécessaire, et on l'a toujours regretté. Ptolémée lui-même, qui eut le mérite inappréciable de tracer la limite que l'astronomie avait atteinte de son temps, ne paraît pas avoir fait faire à la science de véritables progrès. Nous avons eu déjà l'occasion d'indiquer qu'il pouvait bien avoir été compilateur et commentateur sans avoir rien inventé; et cette question si importante serait sans doute aisément résolue si les ouvrages d'Hipparque étaient parvenus jusqu'à nous. Quoi qu'il en soit, on peut déjà considérer la découverte de la seconde inégalité lunaire ou *évection*, le principal titre de gloire de Ptolémée, comme étant d'une

époque antérieure à cet astronome; Delambre a été obligé de convenir qu'Hipparque avait reconnu l'insuffisance d'une inégalité simple pour représenter les observations de la lune; il aura signalé l'effet de l'évection, et peut-être Ptolémée l'aura-t-il soumise au calcul, dans le seul but de compléter sa théorie des planètes.

Nous avons lieu de croire que Ptolémée n'a pas non plus inventé plusieurs des instruments dont on lui attribue généralement la première idée. Astrolabe. L'astrolabe qui porte son nom[1] appartient, sans aucun doute, à Hipparque[2]; il ne doit point être confondu avec les astrolabes planisphères que les Arabes construisirent d'une manière si parfaite, en faisant l'application des règles données par Ptolémée dans son Traité du planisphère[3]; on l'appelle avec plus de raison *l'instrument des armilles*, *instrumentum armillarum*, comme l'écrit Georges de Trébizonde. Proclus en a complété la description dans ses Hypotyposes[4]. Dioptre. Ce fut encore Hipparque qui inventa la

[1] Ptolémée, *Almageste*, liv. V, chap. 1er, et liv. VII, chap. IV; *Epitomes Joannis de Monte-Regio*, liv. V, prop. I et II, et liv. VII, pr. VII; Georges de Trébizonde, traduction latine de l'Almageste, fol. 101; *Erasmi O. Schrekhenfuchsii*, *præfatio*, p. 6; Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, t. Ier, p. 67, et t. II, p. 185; Halma, t. IV, p. 137 et suiv. Colebrooke, *Miscell. Essays*, t. II, p. 347. Voyez la figure de l'instrument dans les ouvrages que nous venons de citer et dans la traduction de l'Almageste par l'abbé Halma.

[2] Cette question, longtemps débattue, paraît avoir reçu sa solution définitive. Voyez Delambre, t. II, p. 186. Plus loin, p. 454, citant Proclus à propos du planisphère de Ptolémée, il nomme, comme ayant traité de l'astrolabe, *Ptolémée après Hipparque*, Ammonius, Philoponus, Nicéphore, etc. La lettre de Synesius sur l'astrolabe ne doit point d'ailleurs laisser de doute à ce sujet.

[3] On sait que le traité du planisphère de Ptolémée nous est parvenu par les Arabes, qui l'avaient traduit dans leur langue; on a une traduction latine de la version arabe de Maslem.

[4] Proclus, pag. 78. L'abbé Halma, dans sa traduction française de Proclus, p. 10, traite fort mal la traduction latine de Valla, qu'il suit cependant maintes fois pas à pas. Il accuse aussi Valla d'avoir donné une description de l'astrolabe tronquée, inintelligible, et d'y avoir ajouté un extrait du traité de l'astrolabe de Philoponus. C'est

dioptre[1] dont Proclus et Théon nous ont laissé la description, et l'on a fait depuis longtemps justice de certains écrits qui tendaient à attribuer aux Grecs la connaissance et l'emploi des lunettes.

Quant à la sphère solide[2] de Ptolémée, et à ses règles parallactiques ou *triquetum*[3], il suffit de les mentionner ici; la

Sphère solide. Règles parallactiques.

un reproche que Valla ne mérite pas; car cet auteur n'a pas voulu s'astreindre à donner une traduction littérale de Proclus, sans commentaire; et ce qui suit le prouve avec évidence (Valla, p. 364): « Sphæræ in « astrolabis superficiei exarationem, et quæ « in ipso descripta sunt causas commodi- « tatemque, nec non in quot qualesque usus « accommodetur quam maxime fieri potue- « rit explicare moliemur quæ olim post Hip- « parchum, Ptolemæus, inde Ammonius et « PROCLUS et Philoponus et Nicephorus pro- « diderunt, quæ omnia, cum perspicuita- « tem lumenque desiderent, hinc eviden- « tius quæ ad fabricam quæque ad usum « tendant dicere ordiemur, etc. » Voyez aussi p. 366 et 374.

Proclus, pag. 137, signale la différence qui existe entre le météoroscope et l'astrolabe: *Διαφέρει μὲν τὸ μετεωροσκόπιον τοῦ ἀστρολάβου τούτῳ καθ' ὅσον ἐκεῖνον καὶ ταῦτα τηρεῖν δυνατὸν ὅσα διὰ τούτου καὶ ἀλλὰ πλείονα τῶν πρὸς ἀστρονομίαν χρησίμων, καὶ γὰρ τὸ πλῆθος τῶν κύκλων ἐξ ὧν ἐκεῖνο πλέον ὑπάρχει.*

Puisque nous parlons ici de Proclus, nous ne terminerons point cette note sans dire un mot d'un instrument dont il donne la description et qui était destiné à représenter le mouvement du soleil (Proclus, pag. 90): on trace sur une planche de cuivre ou de bois un zodiaque divisé en douze parties, et chaque partie en minutes, secondes, etc. on prend pour l'apogée et le périgée 5^{s} 30^{m} des Gémeaux et du Sagittaire; on y fait passer un diamètre, et prenant 24 fois la trentième partie du rayon, à partir du centre, on décrit par l'extrémité un cercle intérieur qui donne l'orbite solaire. Voyez Valla, p. 343.

[1] Proclus, pag. 107, s'exprime ainsi: *Ἵππαρχος διὰ διόπτρας... ἐπεποιήκει κανόνα τετραπήχη σωληνοειδῆ πρισμάτια ἔχοντα πρὸς ὀρθὰς δι' ὧν διοπτεύε τὰ μεγέθη τῶν ἐν τοῖς φωτοῖς διαμέτρων τὸ αὐτὸ κάλλιον ἐτήρησεν ᾧ καὶ Πτολεμαῖος ἠκολούθησεν...*; voyez aussi p. 109 et 110. Valla, p. 345, 350 et suiv.; Halma, *loc. cit.* et t. Ier, préface, p. LVII. Théon donne la description de la dioptre d'Hipparque, éd. de 1538, fol. 257 et 262, où l'on trouve la figure de l'instrument, et man. lat. de la Bibliothèque du roi, n° 7263, fol. 258, et n° 7264, fol. 282. Bailly, *Astronomie moderne*, t. Ier, p. 180, 479 et 567.

[2] Ptolémée, *Almageste*, l. VIII, ch. III; *Epitomes Joannis de Monte-Regio*, liv. VIII, prop. II.

[3] Ptolémée, *Almageste*, liv. V, ch. XII; *Epitomes Joannis de Monte-Regio*, liv. V, prop. XIII, XIV, XV: Théon, fol. 254 et les traductions de ce commentateur; man. latins de la Bibliothèque du roi, n° 7264, trad. de Saint-Clair, fol. 277, et n° 7263, tr. de Théophile, fol. 254. Proclus, p. 102 et 105: *Κατελείφθησαν τοίνυν ἀπὸ τίνος ὀργάνου χρησίμου κατασκευάσθεντος ὃ καὶ ἐντεῦθεν ὀνομάζεται παραλλάκτικον ὄργανον ευ*

construction du premier de ces instruments était connue bien avant l'astronome d'Alexandrie, et le second a été justement critiqué par les Arabes et par tous ceux qui en ont fait un examen attentif. Telles sont les notions que nous ont transmises les auteurs grecs sur les instruments astronomiques employés de leur temps[1]; et il faut avouer que l'école d'Alexandrie a répandu bien peu de lumières sur cette branche intéressante de l'histoire de la science.

Nous trouverons chez les Arabes des détails plus étendus, plus complets; et si, par la découverte de la variation, ce peuple a prouvé qu'il possédait l'esprit d'invention et la persévérance qui conduisent aux grands résultats, nous verrons qu'il avait également atteint dans les arts mécaniques une perfection dont le défaut de documents seul a pu faire douter jusqu'à présent. En effet, quelques instruments nommés çà et là, sans commentaires, et quelques indications sur l'usage des instruments décrits dans l'Almageste de Ptolémée, voilà seulement ce que nous avions des Arabes; il était important de combler cette lacune : tel est le but que nous nous sommes proposé dans notre mémoire. On sait avec quelle habileté les Arabes construisaient leurs horloges; M. Silvestre de Sacy nous a donné à ce sujet des renseignements curieux. Connaissaient-ils le pendule, comme l'a prétendu E. Bernard, de l'université d'Oxford? c'est ce que nos recherches ne nous ont pas encore appris. M. le chevalier Amédée Jaubert a établi d'une manière certaine qu'ils faisaient usage de la

τὴν κατασκευὴν καὶ τὴν χρῆσιν περίεργον ἐκτίθεσθαι, σαφῶς παρὰ τοῦ Πτολεμαίου κειμένην καὶ οὐδὲν ἡμῖν δεομένην εἰς τὴν ἐξήγησιν. Valla, p. 349, 350. Voyez aussi Georges de Trébizonde, tr. de l'Almageste, p. 113 et 114; Albategni, chap. LVII, et Delambre, *passim*. man. ar. n° 1157, fol. 54 et suiv.

[1] Lalande a traité des instruments des Grecs dans le ch. XIII du t. II de son grand ouvrage; consultez aussi Bailly, *Astr. anc.* p. 81 à 504, et *Astr. mod.* t. Ier, p. 20 à 180 et 555 à 577.

boussole dès le XIIe siècle; et de tels faits montrent l'extrême importance d'un examen approfondi des manuscrits orientaux; cet examen est surtout nécessaire pour ceux qui veulent prendre une idée exacte des instruments astronomiques des écoles de Bagdad et du Caire; nous l'avons donc entrepris. On conçoit aisément que dans un tel sujet il faille s'attacher à des explications précises, à des documents positifs; qu'importe, en effet, qu'on nous parle des grands instruments employés par les savants arabes, si l'on n'en décrit aucun? Mais qu'en faisant mention, par exemple, du sextant de quarante coudées d'Abou-Mohammed al-Chogandi, l'on y joigne, comme nous l'avons fait, une description complète et détaillée de cet instrument, et l'on pourra apprécier véritablement quels ont été les progrès des Arabes.

Parmi les manuscrits que nous avons consultés nous mettrons au premier rang le manuscrit 1148 de la Bibliothèque royale, dont l'auteur Aboul-Hhassan nous fournit des notions précieuses sur les instruments dont on se servait au XIIIe siècle. Nous avons déjà publié, sous le titre de *Traité des instruments astronomiques des Arabes,* un traité de gnomonique dû à ce savant, et dont la traduction mérita un des grands prix décennaux à mon père, J. J. Sédillot; le manuscrit que nous venons d'analyser en est le complément, et il nous a même fourni quelques développements sur les cadrans dont nous avions exposé la construction. Nous distinguerons, parmi ces cadrans, le *hhafir,* l'hélice, le cadran cylindrique propre à toutes les latitudes, le cadran conique, le *sakke al-jeradah,* ou la jambe de la sauterelle, que l'on peut comparer au *jambon* des Grecs, et la balance khorarie, dont nous indiquons les usages expliqués dans cinquante chapitres. Nous ferons suivre cette partie de notre travail de quelques mots sur le cadran

de la mosquée d'Ahmed ben-Thouloun, dont l'empreinte a été rapportée d'Égypte par le savant M. Marcel.

Les autres manuscrits que nous aurons l'occasion de citer sont : 1° le manuscrit arabe 1103 ; c'est un commentaire sur un ouvrage composé par Abou-abd-alrahman-abdallah de Mardine et intitulé : *Perles répandues sur l'usage du quart de cercle;* ce commentaire est du savant Chihab-eddin Ahmed ben-Rahbiah Thanboghah al-Magdi al-Schafeï; il est divisé en soixante chapitres, et paraît avoir été composé à la prière d'Abou al-Yemen Fetahh-eddin, conseiller du divan au Caire; 2° le manuscrit arabe 1157, qui contient plusieurs petits traités de l'astrolabe, et particulièrement une notice de Mouvayad al-Oredhi, de Damas, que M. Jourdain a fait en partie connaître; 3° les manuscrits arabes 1111 et 1138, qui comprennent l'Uranographie d'Abderrahman-Soufi et l'Almageste d'Aboul-wefâ; 4° le manuscrit persan 173, où se trouve un traité d'astronomie intitulé *la colonne Ilkhanienne,* par Alischah ben-Mohammed ben-Kassem, surnommé Olaï al-Munedjem, de Boukhara.

De ces différents manuscrits, celui de Chihab-eddin est le seul qui soit bien écrit et dont le texte soit correct; le manuscrit 1148 d'Aboul-Hhassan est très-fautif, et nous avons eu besoin de revoir avec la plus grande attention les planches que nous reproduisons, au nombre de quatre-vingts environ. L'ordre que nous avons suivi est fort simple; nous traitons successivement *du quart de cercle* et *du demi-cercle des Arabes, de leurs instruments sphériques, de leurs astrolabes ou planisphères,* et enfin *de leurs instruments d'observation*, comme ils les appellent eux-mêmes, et parmi lesquels sont compris les instruments de l'Almageste.

Et d'abord nous nous sommes attaché à donner une des-

cription détaillée et une figure très-exacte de l'instrument qui servait à déterminer l'arc de révolution de la sphère sur un horizon quelconque, et qu'Aboul-Hhassan fait connaître sous le titre d'*instrument à sinus*. Ce quart de cercle permet de trouver sans calcul le temps vrai de jour et de nuit, d'après une simple observation de la hauteur du soleil ou d'une étoile dont l'ascension droite et la déclinaison sont connues; la construction et l'usage de l'instrument résultent visiblement de ces deux analogies :

1° Sinus verse arc semi-diurne, est l'hypothénuse d'un triangle qui a pour un de ses côtés sinus haut.-méridienne de l'astre; car on a

$$\text{Sin. vers. arc semi-diurne} = \frac{\text{sin. haut. mérid.}}{\text{cos. lat.}}$$

$$2^\circ\ \text{Sin. vers. distance au mérid.} = \frac{\text{sin. haut. mérid.} - \text{sin. haut. observée}}{\text{cos. lat. du lieu};}$$

lorsqu'on a l'arc de révolution, on en déduit l'heure vraie, en réduisant les degrés en temps.

Mais ce n'est pas seulement avec ce cadran que les Arabes, suivant Aboul-Hhassan, déterminaient astronomiquement les heures de jour et de nuit, et qu'ils parvenaient à s'assurer de l'époque précise des phénomènes; c'est encore avec six autres instruments dont nous parlerons plus loin, et qui sont : 1° le quart de cercle appelé *cadran destour;* 2° la sphère dont les Arabes paraissent avoir fait un fréquent usage; 3° les quatre astrolabes nommés le septentrional, le chamilah, le shafiah d'Arzachel et le linéaire, aussi nommé *baquette de Thousi*.

La construction du quart de cercle et de ses deux pinnules est trop connue pour que nous nous y arrêtions; mais il importe de faire ressortir le soin particulier que les Arabes donnaient à leurs différents tracés. Sur l'une des faces de leur quart de cercle ils indiquaient : 1° l'arc de hauteur; 2° l'ombre; 3° l'inclinaison ou obliquité; 4° les heures de temps; 5° le

carré des deux ombres, qui peut suppléer le tracé de l'ombre; 6° le sinus fadhal; 7° l'ashre; 8° les heures propres à une latitude déterminée, les lignes du commencement et de la fin de l'ashre, celles de la hauteur de l'azimut de la Kiblah et de la hauteur qui n'a pas d'azimut, et enfin celles des heures égales. Nous n'avons pas besoin de rappeler ici que les anciens n'employaient que les heures de temps, et que les Arabes ont les premiers tracé les heures égales[1]; de nombreuses figures dressées pour la latitude septentrionale de 30 degrés (c'est la latitude du Caire) facilitent l'intelligence de nos descriptions; et si nous sommes entrés dans quelques détails à ce sujet, c'est afin d'éviter, autant que possible, des répétitions qui, plus loin, auraient paru nécessaires.

La seconde face du quart de cercle, avec les tracés qu'elle présente, est appelée *quart du destour;* après quelques opérations préliminaires faites au moyen de la table des sinus, l'on décrit l'arc de l'obliquité de l'écliptique, et l'on procède ensuite au tracé des étoiles fixes et de l'ashre.

Dans cette partie du manuscrit 1148 on trouve plusieurs exemples de l'*hisab' al-djoumali* opposé à l'*hisab' al-hindi;* cette expression technique sert à indiquer la substitution des lettres de l'alphabet aux chiffres indiens.

Nous avons parlé du quart du destour, *quadrans canonis;* le destour est lui-même un instrument composé d'un grand cercle dans lequel on mène deux diamètres qui se coupent à angles droits; l'un de ces diamètres représente la ligne méridienne, et l'autre la ligne d'est et ouest. Nous n'avons pas seulement consulté pour cet instrument le manuscrit 1148,

[1] Une heure égale est la vingt-quatrième partie du temps compris entre un lever du soleil et le lever suivant; elle est de 15°. Pour les heures de temps, leur durée varie d'après l'augmentation ou la diminution de la durée du jour ou de la nuit.

mais nous avons analysé le manuscrit arabe 1103, qui contient trois cent deux pages in-fol. sur le destour; ce traité complet porte le titre de *Institutions mathématiques pour celui qui veut étudier les principes sur lesquels repose la solution des questions.* Nous avons déjà fait connaître les auteurs de cet ouvrage, qui ne renferme pas moins de soixante chapitres, outre la préface et la conclusion. Les usages du destour sont fort nombreux, et nous les donnons succinctement; nous nous contenterons de dire ici qu'on trouve dans ce livre la construction des heures et des lignes de l'augment de l'arc de révolution sur des plans parallèles, inclinés ou perpendiculaires à l'horizon. Un passage assez intéressant conduit à la détermination des deux *hhissah,* ou quantités de l'aurore et du crépuscule; après avoir rapporté les opinions des anciens observateurs, le texte ajoute : « Il faut toujours tenir compte, dans chaque latitude, de la pureté de l'atmosphère, de la force des vapeurs « ou de leur faiblesse, de l'épaisseur de l'air ou de sa ténuité, « de la présence ou de l'absence de la lune, de la bonté de la « vue de celui qui observe, etc.; or ceux qui ont établi le vrai « dans cette science ont pris dix-sept degrés pour le crépus« cule, et dix-neuf pour l'aurore. »

Dans l'énumération que nous avons donnée des usages du destour se trouve en première ligne la détermination de l'azimut de la Kiblah; on sait que c'était une des opérations les plus importantes pour les Musulmans, et la plupart du temps ils la pratiquaient au moyen du cercle indien. Comme il est souvent question de ce cercle dans les manuscrits arabes, nous avons cru devoir reproduire la description qui en est faite dans le manuscrit persan 173 de la Bibliothèque royale, et nous y avons ajouté une figure exacte de l'instrument. L'auteur, Ali-schah Olaï al-Munedjem, de Boukhara, s'en sert

pour tracer la ligne du *zaoual* ou ligne méridienne, et ensuite l'azimut de la Kiblah, par une méthode de calcul appliquée à la position d'Hamadan. L'emploi de ce cercle indien pourrait-il être regardé comme une nouvelle preuve des emprunts que les Arabes ont faits aux peuples les plus orientaux, lorsque cet instrument se trouve décrit par Proclus?

Après avoir parlé du destour, Aboul-Hhassan s'occupe de la face à sinus du cadran d'Arzachel; mais toute cette partie de son traité était fort difficile à traduire; la rédaction en est confuse; la plupart des lettres manquent sur la figure du manuscrit, et quelques-unes sont mises dans le texte l'une pour l'autre. Nous sommes néanmoins parvenus à rendre les explications claires et intelligibles. Le cadran d'Arzachel, en ce qui concerne le matériel, se rapproche du cadran destour et de l'un des cadrans du shafiah de cet astronome, dont nous aurons, plus loin, l'occasion de faire la description. Un *mugerrih* (indicateur ou curseur) est placé sur cet instrument; il sert, entre autres choses, à trouver les déclinaisons des étoiles, leur degré de passage, leur azimut, et le sinus verse de leur arc diurne.

Aboul-Hhassan cite souvent Arzachel, qu'il présente comme un savant du premier ordre; il nous apprend qu'il observait à Tolède en 453 de l'hégire (1061 de J. C.); il y déterminait, vingt ans plus tard, en 473 (1080 de J. C.), le lieu de Régulus à 132° 33′ de l'équinoxe vrai. Notre auteur le nomme Abou-Ishac Ibrahim ben-Yahia al-Razcalah, ou al-Zarcalah, en transposant le point du *za*. D'Herbelot dit seulement que *zarcalah* est le nom d'un instrument qui a tiré son nom de l'inventeur, et qui sert à mesurer le mouvement de chaque planète et de la sphère qui lui est propre; il n'ajoute rien autre chose sur Arzachel, qui méritait bien une mention

particulière. C'est lui qui a le premier, suivant Aboul-Hhassan, établi, par des déterminations justes et exactes, les lois du mouvement de la trépidation des fixes; les anciens, dit-il, avaient bien reconnu le mouvement des équinoxes, mais ils étaient peu d'accord sur la quantité de la précession; Hipparque et Ptolémée, qui vinrent ensuite et qu'on doit particulièrement distinguer, y firent des réductions. Les Arabes croyaient donc que la découverte de la précession était antérieure aux observations d'Hipparque; toutefois on ne l'avait pas encore soumise au calcul; on n'en n'avait qu'une idée vague; on savait que le retour des saisons ne ramène pas positivement le soleil aux mêmes étoiles, et il y a loin de là à déterminer, avec une certaine précision, la quantité dont il s'en éloigne annuellement, comme l'a fait Hipparque. Là où il n'y a point de calcul, où rien n'est évalué ni mesuré, il n'y a point de science. Mais, continue Aboul-Hhassan, les réductions faites ont amené de graves erreurs, que les modernes ont reconnues et auxquelles ils ont essayé de remédier; or Arzachel est le premier qui l'ait fait avec succès. L'ouvrage qu'il a composé sur ce sujet pourra servir de base aux recherches de ceux qui voudraient s'en occuper. Dans le système d'Arzachel, système qui d'ailleurs ne paraît appuyé sur aucune observation sérieuse[1], la trépidation transporte alternativement l'équinoxe mobile à 10°, de part et d'autre, de l'équinoxe immobile; l'intervalle de temps compris entre les deux plus grandes digressions, ainsi qu'entre deux retours consécutifs à l'équinoxe fixe, est d'à peu près 2000 années de l'hégire, ou 1940 années grégoriennes; c'est un peu plus de 1° par siècle, plus exactement, 1° en 97 ans, ou 37",1 par

[1] Voyez le mémoire de M. Letronne sur le calendrier égyptien (encore inédit). On trouve dans Théon la première idée du système de trépidation.

année. Mais Arzachel ne l'entend pas tout à fait ainsi : il suppose dans le plan de l'écliptique un épicycle dont le centre est à l'équinoxe fixe, et dont le rayon est de 10°, et il fait mouvoir uniformément l'équinoxe mobile sur cet épicycle, ce qui change la valeur de la précession; il la fixe, pour le commencement de l'hégire, à 40′ en précession croissante, et la suppose, en 473 (1080), de 7° 25′. C'est plus de 50 secondes par année.

Cet astronome applique les mêmes idées à la variation de l'inclinaison de l'écliptique, dont il établit les limites entre 23° 53′ et 23° 33′, c'est-à-dire à 20 minutes ou 1200 secondes, parcourues périodiquement dans l'intervalle de 960 années de l'hégire. Il suppose ici l'épicycle dans le plan du colure des équinoxes et d'un rayon de 10 minutes ou 600 secondes; la distance au plan de l'écliptique moyen est proportionnelle au cosinus de l'arc parcouru dans l'épicycle à partir de la plus grande et de la plus petite inclinaison, celle de l'écliptique moyen étant supposée de 23° 43′, ou, si on l'aime mieux, proportionnelle au sinus de l'arc parcouru uniformément par les points solsticiaux, sur l'épicycle, à partir de son intersection avec le plan de l'écliptique moyen. C'est d'après ce principe qu'Arzachel fait l'obliquité de 23° 41′ au commencement de l'hégire, ce qui donne 23° 34′ 20″ pour le temps où il vivait; d'après cette hypothèse, l'inclinaison allait alors en croissant.

Nous nous occuperons encore d'Arzachel, lorqu'il sera question des astrolabes; mais nous avons d'abord à faire connaître le demi-cercle des Arabes, qui est décrit comme un instrument suppléant le cadran destour, et d'un usage même plus étendu; nous avons exposé avec tous les détails néces-

[1] 23° 41′ pour l'an 1; 23° 33′ pour l'an 385;
23 36 241; 23 34 22″ 450.

saires, les différents tracés qu'on y représente. On se sert également du demi-cercle, comme de la balance khorarie, à l'égard des ascensions droites et obliques.

Les instruments sphériques sur lesquels Aboul-Hhassan s'étend assez longuement sont au nombre de trois : 1° la sphère ou globe céleste; 2° l'astrolabe sphérique; 3° le *chamilah*. Nous avons expliqué avec beaucoup de soin tout ce qui s'y rattache, et nous avons fait suivre la construction de la sphère, de la description d'un globe céleste arabe dont nous devons l'acquisition aux soins éclairés de M. Jomard, et qui mérite une attention particulière. On sait qu'Assemani a publié une notice assez inexacte du globe arabe qu'on voit au musée Borgia; il en existe deux autres, à Londres et à Dresde, que MM. Dorn et Beigel se sont chargés de faire connaître. M. Jomard, dont on a justement apprécié les vues utiles sur une collection d'objets matériels qui se rapportent à la science, a déjà réuni des monuments fort curieux de l'astronomie et de la géographie du moyen âge; et le globe arabe dont ce savant a enrichi le département des cartes géographiques de la Bibliothèque royale offre des différences fort remarquables avec les globes que nous venons de mentionner; on y compte quarante-neuf constellations, dont plusieurs portent des dénominations inusitées. Quant aux noms des principales étoiles, ils sont en petit nombre et présentent aussi quelques divergences; nous aurions pu sans doute donner un mémoire spécial sur ce globe intéressant; mais un tel travail rentrait naturellement dans notre plan, et nous n'avons pas voulu l'en séparer.

L'astrolabe sphérique, dont la construction se rapproche de l'instrument précédent, se compose de deux sphères inscrites; on trace sur la circonscrite l'écliptique et l'équateur, les étoiles fixes, les almicantharats et les azimuts, les heures et les lati-

5

tudes des lieux; puis on construit un *chebakah*, réseau ou enveloppe sur lequel on marque le pôle de l'écliptique et celui de l'équateur, et un *shafiah* ou une languette dont l'extrémité touche l'équateur, et qui est surmontée d'un gnomon, dans la direction d'un rayon de la sphère; quant au chamilah, il se compose d'une demi-sphère creuse, d'un anneau à quatre faces qui coïncide avec le cercle de l'horizon, et d'un shafiah de cuivre dont la circonférence égale celle de ce cercle, et auquel on attache une alidade garnie de ses deux pinnules, pour prendre la hauteur. Le demi-cercle placé sur l'écliptique, depuis le commencement du bélier jusqu'au commencement de la balance, servait à déterminer l'arc diurne et nocturne, les coascendants des signes et l'obliquité qu'Aboul-Hhassan fixe, en cet endroit, à 23° 35′. Ce passage de l'auteur arabe est important en ce qu'il nous fait aussi connaître que les Arabes se servaient du tour; on avait prétendu jusqu'à présent qu'ils en ignoraient complétement l'usage.

Nous sommes arrivés aux astrolabes planisphères des Arabes; ces instruments, que l'on construisait aussi bien à Bagdad qu'au Caire et en Espagne, attestent leurs progrès dans la partie mécanique de la science; on reconnaît en même temps que dans leurs projections ils avaient su faire une ingénieuse application des idées des Grecs, dont ils avaient même complété et perfectionné les théories.

Aboul Hhassan commence par exposer la construction du *mosatirah*, dont il distingue quatre espèces; les deux premières sont tracées sur un plan parallèle à un horizon donné, les deux autres sur un plan parallèle au méridien; cet instrument ne porte point la projection de l'écliptique; mais on y marque les almicantharats, les azimuts, l'équateur et ses parallèles, le pôle visible, les arcs de révolution de la sphère et les étoiles fixes.

L'astrolabe planisphère, proprement dit, a été le sujet d'un grand nombre de traités au moyen âge; mais les auteurs de ces traités n'ont parlé que de l'astrolabe septentrional, et leurs descriptions, souvent obscures, sont toujours surchargées de détails inutiles. Afin d'éviter toute confusion, nous avons préalablement exposé d'une manière très-succincte les différentes parties dont se compose cet instrument, et les termes dont on se servait pour les désigner; c'est d'abord la *face* ou *mère*, et le dos de l'astrolabe, puis les planches construites pour chaque horizon, l'alancabuth ou araignée, l'alidade et toutes les autres pièces secondaires. Il est facile, après ces notions premières, de comprendre les développements, et nous suivons pas à pas Aboul-Hhassan pour la projection des parallèles, des almicantharats, des azimuts, et pour le tracé des heures de temps et des heures égales, de la ligne de l'ashre, de l'aurore, du crépuscule, etc. Arrivant à l'alancabuth, nous montrons par quelle méthode l'astronome de Maroc trace le cercle équinoxial et les deux tropiques, les signes du zodiaque et les étoiles fixes. La Bibliothèque royale possède un instrument, espèce de planisphère céleste, sur lequel un grand nombre d'étoiles sont indiquées nominativement; cet instrument a été construit l'an 738 de l'hégire (1337 après J. C.), et nous nous sommes attaché à le décrire exactement dans notre mémoire. Nous en avons dû la communication à l'extrême obligeance de M. Jomard; nous avons en même temps, d'après les conseils de ce savant, donné une explication raisonnée d'un astrolabe coufique très-bien conservé, et dont les vingt-six pièces ont été dessinées et gravées dans le grand ouvrage de la Description de l'Égypte. Cet astrolabe, rapporté d'Égypte par l'un de nos orientalistes les plus distingués, M. Marcel, a malheureusement été perdu depuis, et il ne

5.

nous en reste que les planches ou figures, faites, du moins, avec autant de précision que possible, mais sans qu'on y ait joint un texte explicatif : nous avons rempli cette lacune, et nous avons joint à notre travail l'indication de plusieurs instruments du même genre qui nous ont été confiés récemment, de sorte que rien ne manque à la description de l'astrolabe septentrional des Arabes.

Parmi les autres espèces d'astrolabes qu'Aboul-Hhassan nous fait connaître, nous mentionnerons l'astrolabe méridional, puis l'astrolabe à la fois septentrional et méridional dont on compte plusieurs espèces; elles n'offrent aucun intérêt scientifique, et nous n'en avons reproduit les figures que comme objets de curiosité. Aboul-Hhassan les attribue pour la plupart au savant Albirouni. Viennent ensuite l'astrolabe *zaourakhi*, les astrolabes dont les zones ne sont pas dépendantes de la projection, l'astrolabe *al-kamil*, ou le parfait; l'astrolabe linéaire de Nasir-eddin Thousi; le *chekasiah* et le shafiah d'Arzachel. Nous n'avons pas cru devoir entrer dans de grands détails sur ces derniers instruments, dont la contruction n'offre rien d'important à signaler. Il existe un shafiah d'Arzachel à la Bibliothèque royale; il a été dressé à Séville en l'an 615 de l'hégire (1218 de l'ère chrétienne), et provient de la collection de M. Schultz. On voit par cet instrument qu'Arzachel faisait tourner le centre de l'excentrique dans un petit cercle pour expliquer la différence qu'il trouvait entre l'excentricité du soleil et celle qu'indique Albategni; un petit traité du shafiah, traduit en latin, existe d'ailleurs dans les manuscrits de la Bibliothèque.

Il nous reste à parler des instruments astronomiques que les Arabes comprenaient sous le nom d'instruments d'observation; au premier rang se trouve le quart de cercle de

Ptolémée appelé les *briques*, dont on avait fait un mural dans l'observatoire de Maragah; c'est aussi l'anneau qui sert à déterminer l'obliquité, l'instrument des armilles ou astrolabe d'Hipparque, les règles parallactiques, etc. Après ces instruments viennent ceux qui paraissent appartenir en propre aux Arabes; c'est d'abord le sextant, dont nous donnons la description complète, et qu'on employait pour observer la déclinaison du soleil; il marquait les degrés, les minutes et les secondes de 6 en 6. Nous avons mis une importance d'autant plus grande à bien faire connaître la construction de cet instrument qu'il est souvent cité par les auteurs arabes, sans que personne, jusqu'à ce jour, en ait indiqué la composition, et qu'il prouve que les astronomes du XII[e] siècle connaissaient l'usage du gnomon à trou; fait très-important pour l'exactitude de leurs observations. C'est le premier exemple que nous ayons trouvé d'un gnomon de ce genre. Un passage non justifié de l'historien Khondémir, qui vivait à la fin du XV[e] siècle, a fait supposer que les Arabes l'avaient adopté pour l'observatoire de Maragah; mais rien n'avait prouvé jusqu'à présent que les astronomes du X[e] au XII[e] siècle s'en fussent servis. Nous terminons ensuite par l'instrument des éclipses, et par l'instrument du lieu vrai (ou des éphémérides) des sept planètes, dont nous faisons l'application au soleil, à la lune et à Mars. Nous nous sommes montrés sobres de détails, attendu que le manuscrit latin n° 7295 a traité le même sujet sous ce titre : *De motibus planetarum per instrumenta manualiter mota;* nous ferons seulement observer qu'Aboul-Hhassan place l'apogée du soleil, de son temps (1230 après J. C.), au commencement du signe de l'écrevisse. Les nombreuses planches que nous avons annexées à notre travail serviront d'ailleurs à éclaircir ce qu'il pourrait y avoir d'obscur dans quelques points de la matière.

Telle est la marche que nous avons suivie; nous avions pour objet, non-seulement de donner une idée exacte des instruments astronomiques employés dans l'antiquité et au moyen âge, mais encore de signaler toutes les sources à consulter et tous les documents déjà publiés sur cet intéressant sujet. Nous avons fait tout ce qui dépendait de nous pour atteindre ce but; les livres et les mémoires qui se rattachaient à la question des instruments ont été examinés par nous et cités avec soin; nous n'avons plus qu'à réclamer pour notre travail l'indulgence bienveillante des savants.

L'introduction qui précède fait connaître ce que les auteurs grecs nous ont transmis sur les instruments astronomiques employés de leur temps; et l'on doit regretter que l'école d'Alexandrie nous ait laissé des matériaux aussi incomplets sur cette branche intéressante de l'histoire de la science; nous allons trouver chez les Arabes des notions plus étendues sur ce sujet, et nous verrons que, bien loin de se borner à copier les Grecs, ils ont beaucoup ajouté aux travaux de leurs prédécesseurs. La découverte de la troisième inégalité lunaire, que nous avons restituée à son véritable inventeur, les a relevés déjà du reproche qui leur était adressé de n'avoir rien changé aux théories de Ptolémée; maintenant il nous reste à montrer qu'ils avaient atteint dans les arts mécaniques un degré de perfection tout à fait remarquable.

Les Arabes furent, au moyen âge, les premiers qui cultivèrent les sciences avec ardeur et succès, et ils ont eu beaucoup de part à la renaissance des lettres. La conquête avait amené la richesse; la richesse donna le désir et le moyen

de l'accroître par le travail; l'opulence, devenant commune, fit naître le loisir et l'ennui [1]. On apprit à connaître les besoins de l'esprit et les ressources que les arts offraient pour les satisfaire. Sans nous arrêter aux premières connaissances que les tribus errantes de l'Arabie avaient pu acquérir avant la période de victoires ouverte par Mahomet, nous voyons que, déjà sous les premiers khalifes Abbassides, le goût de l'instruction s'était montré même à la cour. Abou Giaffar Almanzor fit bâtir Bagdad et accueillit les savants; Haroun al-Raschid, son petit-fils, créa le premier des écoles publiques et les joignit aux temples. Les relations des Arabes avec Constantinople leur fournissaient des facilités pour s'instruire. Almamon, fils de Raschid, fut l'Auguste des Arabes; il attira les savants à sa cour par des largesses et des présents. Une des conditions de la paix qu'il conclut avec l'empereur Michel III portait que ce dernier lui enverrait beaucoup de livres grecs. Les mathématiques étaient son étude favorite, et ce fut lui qui fit composer les éléments d'astronomie d'Alfragan et les tables astronomiques connues sous le nom de *Table vérifiée* [2].

Nul doute que les instruments astronomiques ne fussent déjà en usage et perfectionnés, en même temps que la science faisait des progrès; mais nous aurons bientôt l'occasion de traiter cette question avec tous les développements qu'elle exige.

Ce fut surtout en Espagne que les Arabes se distinguèrent dans tous les genres; Cordoue, Séville, Grenade et toutes les autres grandes villes de cette contrée eurent des écoles florissantes, des colléges, des académies et des bibliothèques cé-

[1] Ancillon, *Tableau des révolutions du système politique en Europe*, 1823, t. Ier, p. 196 et suiv.

[2] Nous nous sommes étendus assez longuement sur les progrès de l'astronomie sous les khalifes Abbassides dans notre Introduction aux tables astronomiques d'Oloug-beg, t. Ier, p. 32 et suiv.

lèbres. Alcahen, fondateur de l'université de Cordoue, avait réuni plus de six mille volumes. On comptait en Espagne jusqu'à soixante et dix bibliothèques.

Il est vrai que, pour la philosophie, les Arabes étudièrent beaucoup plus Aristote que la nature; leurs livres d'astronomie étaient souvent entachés d'astrologie, leur chimie d'alchimie; mais leurs erreurs même contribuaient à conserver des indications précieuses, et dans leurs recherches nouvelles ils rencontraient quelquefois la vérité. Wallis leur attribue l'invention de l'algèbre, Cardan, la solution des équations du second degré; et nous avons démontré, comme on l'a vu plus haut, par quelques passages d'un manuscrit arabe de la Bibliothèque royale, qu'ils avaient résolu géométriquement les équations du troisième degré.

On ne saurait en outre leur contester une influence bienfaisante sur les progrès des lumières en Europe; on allait étudier dans leurs écoles. Leurs relations de commerce les conduisaient dans tous les ports de la Méditerranée, et ils y répandaient le germe de connaissances utiles. On traduisait leurs ouvrages ou ceux qu'ils avaient eux-mêmes empruntés des Grecs et des Romains; et c'est ainsi que tant de mots arabes se sont introduits dans la nomenclature astronomique des savants du xve siècle : l'ignorance, il est vrai, de quelques traducteurs, a défiguré un grand nombre de termes qui n'en sont pas moins restés dans nos langues modernes; mais on ne peut nier que la connaissance des écrits scientifiques des Arabes n'ait puissamment contribué au mouvement intellectuel qui se manifesta parmi nous dans les derniers temps du moyen âge[1].

[1] En 800, Charlemagne, par les conseils d'Alcuin, élève de Bède, avait essayé de ranimer le goût pour les mathématiques; mais l'ignorance du siècle préva-

Nous savons déjà que l'école de Bagdad a laissé bien loin derrière elle l'école d'Alexandrie, sous le rapport des méthodes de calcul; la substitution des sinus aux cordes et l'introduction des tangentes dans les calculs trigonométriques, signalée pour la première fois par J. J. Sédillot, devaient donner à l'expression des rapports et de leurs combinaisons plus d'étendue et de simplicité [1]; la détermination de la variation, par Aboul-wefâ, fait entièrement nouveau dans l'histoire de la science, que nous avons découvert et mis au jour, appuyé sur d'incontestables preuves [2], a réveillé en même temps l'intérêt sur les manuscrits scientifiques des Orientaux, et ouvert un vaste champ aux conjectures et aux investigations

lut, et on ne peut citer, comme une suite des efforts de Charlemagne, que quelques observations faites sous Louis le Débonnaire.

De 970 à 980, Gerbert, bénédictin, né en Auvergne, connu depuis sous le nom de Silvestre II, introduit parmi nous les connaissances mathématiques qu'il avait puisées en Espagne.

De 1100 à 1120, le moine Adhelard, Anglais, voyage en Espagne et en Égypte, et traduit à son retour, d'après l'arabe, les Éléments d'Euclide. Il est le premier qui ait fait connaître en Occident cet auteur, dont le nom à peine y avait pénétré.

Platon de Tivoli, religieux, traduit de l'arabe les Sphériques de Théodose (traduction imprimée en 1518).

Jean de Séville, religieux, traduit les Éléments d'Alfragan (imprimés en 1493, puis en 1548).

Rodolphe de Bruges, religieux, traduit le Planisphère de Ptolémée, d'après une version arabe commentée par Maslem.

De 1250 à 1300, Campanus de Novarre traduit de nouveau d'après l'arabe et commente les Éléments d'Euclide.

Vitellion, Polonais, traduit l'Optique d'Al-Hazen (que l'on croit avoir été calquée sur celle de Ptolémée).

Gérard de Crémone (du XIIe siècle, selon la Biographie universelle, et du XIVe, selon Weidler et Delambre), traduit l'Almageste de Ptolémée, ce qui commence à faire connaître la véritable et solide astronomie. La première traduction, d'après le grec, de Georges de Trébizonde, ne fut faite qu'en 1450.

Le même traduit le commentaire de Geber sur l'Almageste, et un petit traité d'Al-Hazen sur les crépuscules.

1252. Alphonse fait publier, en 1252, les Tables alphonsines.

1400. Léonard de Pise fait connaître l'algèbre, qu'il avait apprise chez les Arabes.

[1] Voyez plus haut, p. 27.

[2] *Idem.*

6

des amis des lettres. Mais avant d'étendre nos recherches de ce côté, il nous a paru nécessaire d'étudier avec soin une branche spéciale de l'astronomie des Arabes, sur laquelle on n'a que des notions insuffisantes et fort incertaines, et qui ne sert pas seulement à l'*illustration* des traités écrits, mais qu'il est encore indispensable de connaître pour pouvoir juger avec exactitude des progrès acquis dans la science elle-même; nous voulons parler de la partie des instruments.

On peut s'étonner à juste titre qu'un tel sujet n'ait pas encore attiré l'attention des hommes de l'art; on a toujours cru ou supposé que les Arabes s'étaient servis des instruments inventés par les Grecs, en les perfectionnant peut-être, mais sans rechercher d'une manière précise la nature des changements qu'ils y avaient introduits. En voyant des mécaniciens cités avec éloge dans quelques-uns des traités d'astronomie qui nous sont parvenus, et des savants porter le surnom d'*Asterlabi* ou faiseur d'astrolabes, on a conclu que les Arabes avaient donné un soin particulier à la fabrication des instruments; et personne n'a cherché à se rendre compte des améliorations dont on leur était redevable. Si les noms de quelques instruments nouveaux se sont offerts dans les écrits scientifiques que des traductions latines ont fait connaître au moyen âge, on s'est contenté de les transcrire, sans prendre la peine de recourir aux originaux, qui auraient pu fournir des détails curieux, et l'on s'en est tenu à une sèche nomenclature[1]. C'est ainsi que nous voyons mentionnés le shafiah d'Arzachel[2], le

[1] On peut se faire une juste idée du peu de documents positifs qui existent sur ce sujet en parcourant l'Histoire de l'astronomie au moyen âge par Delambre. Voyez aussi E. Bernard, *Trans. philosoph.* t. XIII, pag. 567.

[2] Delambre, *Hist. de l'astron. au moyen âge*, p. 6; Assemani, *Globus cœl. cuf. arab.* p. XLIV; Casiri, *Bibliothèque ar. Escur.* t. Ier, p. 393; D'Herbelot, *Bibliothèque orient.* au mot *Zarcalah;* M. Ideler, *Untersuchungen über den Ursprung der Sternnamen,* introd

sextant de Fakhr-eddaula[1], sans qu'aucune explication permette de les apprécier; des renseignements écourtés ou imparfaits sur l'usage des instruments compris dans l'Almageste, et sur la confection de quelques autres d'une importance fort secondaire, voilà tout ce qu'on a réuni jusqu'à présent sur cette branche intéressante de l'histoire de la science.

Il importait de remplir cette lacune, et c'est là le but que nous nous sommes proposé.

Les Arabes ont sans contredit apporté dans les arts mécaniques la plus grande perfection; la preuve en est dans les horloges que l'on construisait du temps de Haroun al-Raschid, et dont une fut offerte à Charlemagne[2]; on en distinguait trois espèces : celles à eau (horloges hydrauliques); celles qui vont par le moyen du sable (sabliers), et enfin celles que des roues combinées font mouvoir (horloges à roues)[3]. M. le baron Silvestre de Sacy nous a fait connaître fort en détail la grande horloge de Damas, dans sa relation d'Abd-allatif[4]; des globes célestes en cuivre ou en argent attestaient également l'habileté des constructeurs d'instruments[5], et nous aurons plus tard

[1] Assemani, *Globus cœl. cuf. ar.* p. XLV, E. Bernard, *Trans. philos.* t. XIII, p. 724.

[2] Weidler, *Hist. astron.* p. 208; L. Am. Sédillot, *Tables astronomiques d'Oloug-beg*, t. Ier, p. 38; Golius, *In Alferganum notæ*, pag. 2.

[3] Jourdain, *Mémoire sur l'Observatoire de Maragah*, p. 49.

[4] Silvestre de Sacy, *Relation de l'Égypte par Abdallatif*, p. 578.

[5] Casiri, *Biblioth. arab. hisp. Esc.* t. Ier, p. 417 : « Ben-Alnabdi Ægypti incola, vir « erat doctus et astrolabiorum et aliarum « cœlestium machinarum insignis artifex. « Cujus nos aliquot instrumenta adfabre « elaborata ac peraccurate delineata mirati « sumus cum Abul Cassem Ali ben-Ahmad « Giorgianensis, regius ea tempestate ad- « minister, anno hegiræ 435 (a. c. 1043), « bibliothecæ Cairensis rebus consulere de- « crevisset, ejusque indicem componendi, « tum codices concinnandi, reparandique « curam viris duobus demandasset, vide- « licet Aba Abdallæ Alcodhai dignitate ju- « dici et Ben-Khalepho bibliopolæ (utrique « Hispano); illam ego inquit (Ben-Alnabdi « suprà laudatus) post modum adii, abso- « lutum ab utroque auctore opus specta- « turus. Ibi præter selectos de astronomia, « geometria, et philosophia codices numero

l'occasion de montrer jusqu'à quel point ils portaient la précision et l'exactitude dans la fabrication des quarts de cercle, des astrolabes, etc. On a prétendu que les Arabes connaissaient le pendule; c'est une question encore en litige, mais que des recherches ultérieures pourront résoudre affirmativement[1]. Chaque jour amène quelque découverte nouvelle et vient démontrer l'extrême importance d'un examen approfondi des manuscrits de l'Orient; le travail de M. le chevalier Amédée Jaubert sur la boussole, employée dès le XIIe siècle par les Arabes, n'en est-il pas encore une preuve évidente[2]? Quant à l'opinion qui leur attribue l'invention du télescope, nous ne nous y arrêterons pas ici[3]. On a récemment imprimé que peut-être ils avaient possédé quelque instrument propre à faire mieux apercevoir les objets éloignés, et l'on a rappelé à ce sujet le miroir d'Alexandrie[4], au moyen duquel on aurait vu

« sex mille et quingentos, vidi globos duos : « alterum æneum à Ptolemæo olim confectum, cujus tempore, quo factus est, rite « perspecto, subditisque calculis, annos « MCCL elapsos fuisse comperimus : argenteum alterum ab Abil Hosein Alsuphi ad « usum regis Adhadaldaulat jam pridem « elaboratum, trium millium dracmarum « pondere qui totidem nummis aureis emptus esse traditur. » Assemani, *Globus cœl. cuf. arab.* p. LXXII et LXXIII

[1] Voici le passage d'Ed. Bernard qui a donné lieu à cette assertion : « Inter codices « arabicos in musæo Mertonensi... multa « sane commendant astronomiam Orientalium. Felicitas quidem et claritas regionum ubi observatum; machinarum granditas et accuratio, quantas plerique nostri « credere nolunt cœlo ipsos obvertisse. Contemplantium insuper numerus et scribentium decuplo major quam apud Græcos « Latinosque celebratur. Adde decuplo plures munificentiores ac potentiores principes qui viris boni ingenii sumtus et « arma cœlestia dederunt. Quid vero astronomi Arabum in Cl. Ptolemæo, magno « constructore artis cœlestis, injuria nulla « reprehenderent; quam illi sollicite temporis minutias, per aquarum guttulas, « immanibus Sciotheris, imo (mirabere) « fili penduli vibrationibus, jampridem « distinxerint et mensurarint; quam etiam « perite et accurate versaverint in magno « molimine ingenii humani de ambitu intervalloque binorum luminarium et nostri orbis una epistola narrare non debet. »

[2] Klaproth, *Mémoire sur l'invention de la boussole.*

[3] Jourdain, *Mémoire sur l'Observatoire de Meragah*, p. 28. Voyez aussi plus loin.

[4] Silvestre de Sacy, *Chrest. arabe*, t. II, p. 183; *Relation de l'Égypte*, p. 240; voyez

des vaisseaux sortir des ports de la Grèce; mais avant que ce point, d'ailleurs fort intéressant, pût devenir l'objet d'une discussion sérieuse, il faudrait qu'il s'appuyât sur quelques faits hors de toute contestation.

Parmi les auteurs arabes dont les écrits sur l'astronomie nous sont aujourd'hui connus, Albategni, Ebn-Jounis, Geber ben-Afflah, sont les seuls qui parfois parlent des instruments, et encore ce qu'ils énoncent est-il peu instructif. Ebn-Jounis, pourtant, nous apprend que les Arabes aimaient les grands instruments[1]; Abourihan Albirouni se servait d'un cadran de quinze coudées[2], et l'on sait ce que Gravius rapporte de celui d'Oloug-beg[3]; quant au sextant, nous en donnerons plus loin la description détaillée : mais si nous voulons arriver aux explications techniques et à des notions positives, c'est à l'astronome de Maroc Aboul-Hhassan que nous devons principalement recourir. Nous avons de ce savant deux traités (man. arabes de la Bibliothèque du roi, n°s 1147 et 1148), dont le premier, traduit par J. J. Sédillot, mon père, et publié par mes soins sous le titre de *Traité des instruments astronomiques des Arabes*, contient tout ce qui se rapporte spécialement à la gnomonique[4]. Le manuscrit 1148 en est la suite nécessaire, et c'est là que nous avons puisé la plus grande partie des documents dont nous avions besoin pour rendre

notre Notice sur l'histoire des mamlouks de Makrizi, trad. par M. Quatremère, p. 17.

[1] Caussin, trad. des premiers chapitres d'Ebn-Jounis, p. 6; Jourdain, *loc. cit.* p. 23.

[2] Assemani, *Globus cœl. cuf. arab.* Il appelle Albirouni *Albatranius*. Voyez aussi Flamsteed, *Prolegomena*, p. 28.

[3] Gravius, *Ulug-beigi epochæ celebriores*, etc. cité par Assemani, *Globus cœl. cuf. arab.* p. XLV; Hyde. *præf.* pag. 19. Nous avons adopté l'orthographe d'*Oloug-beg*, en nous conformant à l'opinion de M. le chevalier Am. Jaubert. Ce nom a été écrit de bien des manières différentes : *Olug*, *Ulug*, *Oulough*, etc. et même *Oleg*, Flamsteed, *Prolegomena*, p. 29, ou *Ulocbegus* et *Olocbegus*, E. Bernard, *loc. cit.*

[4] Beigel, *Bemerkungen über die Gnomik* (*Gnomonik*) *der Araber* (Mines de l'Orient, t. Ier, p. 427.).

notre travail complet. Ce manuscrit comprend, outre la description de nombreux instruments purement astronomiques, des détails assez étendus sur l'usage des cadrans dont la construction est exposée dans le manuscrit 1147; c'est pourquoi nous allons en dire quelques mots avant de commencer la description des instruments nouveaux que nous aurons à faire connaître.

Au nombre de ces cadrans nous distinguerons, le hhafir[1], et l'hélice[2]; le cadran cylindrique, propre à toutes les latitudes[3]; le cadran conique[4]; le sakke al-jeradah, ou la jambe de la sauterelle[5], que l'on peut comparer au *jambon* des Grecs. Quant à la balance fezaric ou khorarie[6], ses usages se trouvent fort longuement expliqués dans le manuscrit 1148, fol. 155 et suivants; ils sont divisés en 50 sections, dont l'indication (texte et traduction) ne paraîtra pas sans intérêt :

1. Nomenclature des lignes tracées sur la balance, leurs divisions et ce qu'on peut en obtenir.

2. Déterminer le lieu du soleil dans l'écliptique.

3. Connaissant le lieu du soleil dans l'écliptique (L. longitude), déterminer sa distance à l'équateur (D. déclinaison).

ف ١ فى تسمية الخطوط المرسومة فيه واقسامها وما يتم به المراد منه

ف ٢ فى معرفة درجة الشمس من فلك البروج

ف ٣ اذا علمت درجة الشمس من فلك البروج واردت تحصل ميلها عن دايرة الاعتدال

[1] J. J. Sédillot, trad. d'Aboul-Hhassan, t. II, p. 423.

[2] *Idem*, p. 430.

[3] *Idem*, p. 438; Delambre, *Histoire de l'astronomie au moyen âge*, p. 437.

[4] J. J. Sédillot, trad. d'Aboul-Hhassan, t. II, p. 455.

[5] *Idem*, p. 440 et suiv.

[6] *Idem*, p. 458. M. Quatremère pense qu'il faut lire *kharari*.

4. Connaissant la déclinaison du soleil et le côté de cette déclinaison, et sachant, de plus, si elle est croissante ou décroissante, déterminer la longitude du soleil par la méthode inverse.

5. Déterminer la longueur en doigts d'une ombre horizontale (le mod. = 12 doigts).

6. Déterminer la longueur en doigts d'une ombre verticale.

7. Connaissant la longueur en doigts d'une ombre horizontale ou verticale, convertir ces doigts en pieds (mod. = 6 p. $\frac{1}{3}$) ou en parties (mod. = 60 p.).

8. Déterminer l'ombre horizontale d'après l'ombre verticale, et réciproquement.

9. Déterminer la hauteur (du soleil) d'après l'ombre.

10. Déterminer l'ombre d'après la hauteur.

ف ٤ اذا عرفت ميل الشمس وجهته وهل هو متزايد او متناقص فانت قادر على معرفة درجة الشمس من عكس ما تقدم فى الفصل الذى قبل هذا

ف ٥ اذا اردت علم ما فى الظل المبسوط من الاصابع

ف ٦ اذا اردت علم ما فى الظل منكوس من الاصابع

ف ٧ اذا كانت اصابع الظل المبسوط او المنكوس عندك معلومة واردت ان تعلم ما فيها من الاقدام او الاجزا

ف ٨ فى معرفة الظل المبسوط من المنكوس او المنكوس من المبسوط

ف ٩ اذا اردت ان تعلم الارتفاع من قبل الظل

ف ١٠ اذا اردت ان تعلم الظل المبسوط من قبل الارتفاع

11. Déterminer la latitude d'un lieu terrestre. = H.

12. Connaissant H et D et le côté de D pour un jour quelconque, déterminer H méridienne du soleil le même jour.

13. Connaissant H, déterminer L un jour quelconque.

14. Déterminer la hauteur de l'ashre un jour quelconque.

15. Déterminer à peu près l'heure temporaire relative à la partie du jour déjà écoulée.

16. Connaissant l'ombre méridienne et l'heure temporaire où l'on est, déterminer la hauteur du soleil correspondante à cette heure temporaire.

17. Connaissant le nombre des heures temporaires écoulées

ف ١١ فى معرفة عرض البلد

ف ١٢ اذا كان عرض البلد معلوما وميل الشمس وجهته فى يوم ما معلومين كانت غاية ارتفاع الشمس فى ذلك اليوم معلومة

ف ١٣ اذا كان عرض البلد معلوما واردت معرفة درجة الشمس فى يوم ما

ف ١٤ اذا اردت معرفة ارتفاع العصر فى اى يوم كان

ف ١٥ اذا اردت ان تعرف ما مضى من النهار من ساعاة زمانية بالتقريب

ف ١٦ اذا كان ظل الزوال فى يوم ما معلوما والماضى من ساعاته الزمانية كذلك واردت معرفة ارتفاع الشمس لا نقضا تلك الساعة الزمانية

ف ١٧ اذا كان الماضى من نهار ما من الساعات الزمانية معلوما

du jour et la hauteur du soleil actuelle, déterminer l'ombre méridienne.

18. Connaissant les heures temporaires déjà écoulées du jour, le lieu du soleil et sa hauteur actuelle, déterminer la latitude du lieu.

19. Connaissant la latitude du lieu, la hauteur du soleil à une heure temporaire, un jour quelconque, dans le même lieu, déterminer le degré du soleil et sa déclinaison pour le même jour.

20. Un arc étant donné, trouver son sinus.

21. Un arc étant donné, trouver son sinus verse.

22. Un arc étant donné, trouver sa corde et son cosinus.

وارتفاع الشمس لانقضا تلك الساعة كذلك واردت معرفة ظل الزوال فى ذلك اليوم

ف ١٨ اذا كان الماضى من نهار ما من الساعات الزمانية معلوما ودرجة الشمس فى ذلك النهار كذلك وارتفاعها عند انقضا تلك الساعة كذلك واردت معرفة عرض البلد

ف ١٩ اذا كان عرض البلد معلوما وارتفاع الشمس عند انقضا ساعات معلومة زمانية فى يوم ما فى ذلك البلد كذلك واردت معرفة درجة الشمس وميلها فى ذلك اليوم

ف ٢٠ اذا كان معك قوس واردت جيبها

ف ٢١ اذا كان معك قوس واردت سهمها

ف ٢٢ اذا كان معك قوس واردت وترها او جيب تمامها

23. Un sinus étant donné, trouver l'arc qui lui convient.

24. Trouver le sinus verse d'un arc donné.

25. Déterminer le fadhlah d'une ligne d'ombre.

26. Trouver l'AR d'un point quelconque de l'écliptique.

27. Trouver l'ascension oblique d'un point quelconque de l'écliptique dans un des lieux dont la latitude n'excède pas la plus grande latitude marquée sur la balance.

28. Trouver l'AR d'une des étoiles marquées sur la balance.

29. Trouver la déclinaison de l'une des mêmes étoiles.

30. Trouver les arcs diurne et nocturne.

ف ٢٣ اذا كان معك جيب واردت القوس الواجبة له

ف ٢٤ اذا كان معك سهم واردت قوسه

ف ٢٥ اذا اردت ان تعلم الفضلة من خط الظل

ف ٢٦ اذا اردت ان تعلم مطالع اى درجة شيت من درج البروج بالفلك المستقيم

ف ٢٧ اذا اردت ان تعلم مطالع اى درجة شيت من درج البروج فى اى بلد شيت من البلاد التى عروضها غير رايدة على اكثر عرض موضوع فى الميزان

ف ٢٨ اذا اردت مطالع اى كوكب اردت من الكواكب المرسومة فى الميزان بالفلك المستقيم

ف ٢٩ اذا اردت ان تعلم بعد اى كوكب شيت عن معدل (دايرة الاعتدال) النهار من الكواكب المرسومة فى الميزان

ف ٣٠ فى معرفة قوس النهار وقوس الليل

31. Trouver les arcs diurne et nocturne d'après les ascensions droite et oblique.

32. Trouver l'ascension oblique d'une étoile quelconque.

33. Déterminer l'arc semi-diurne d'après la table de proportion tracée sur la balance.

34. Déterminer l'arc diurne d'une des étoiles marquées sur la balance.

35. Déterminer combien il y a d'heures égales dans le jour ou dans la nuit, ou combien il y a de temps dans une heure temporaire.

36. Déterminer l'équation diurne d'après H et D.

37. Étant donnée l'ascension droite, la convertir en degrés égaux.

ف ٣١ فى معرفة قوس النهار وقوس الليل من قبل مطالع درجة الشمس بالفلك المستقيم وبالبلد

ف ٣٢ فى معرفة مطالع اى كوكب شيت بالبلد

ف ٣٣ فى معرفة قوس النهار من جدول النسبة الموضوع فى الميزان

ف ٣٤ اذا اردت ان تعلم قوس نهار اى كوكب شيت من الكواكب المرسومة فى الميزان

ف ٣٥ اذا اردت ان تعلم ما فى النهار او الليل من الساعات المستوية او ازمان ساعة واحدة زمانية من ازمان ايهما كان

ف ٣٦ فى معرفة تعديل النهار من قبل العرض والميل

ف ٣٧ اذا كانت معك مطالع بالفلك المستقيم واردت تحويلها الى درج السوا

38. Déterminer pour un jour quelconque l'arc de révolution de la sphère, depuis l'instant du lever du soleil jusqu'à un moment quelconque.

39. Déterminer le temps écoulé du jour en heures égales ou temporaires, d'après l'arc de révolution.

40. Déterminer l'ascendant et le médiateur à un instant quelconque du jour.

41. Déterminer le degré L du soleil d'après l'ascendant, la latitude H et l'heure du jour.

42. Déterminer l'heure du jour d'après la latitude H, l'ascendant et le degré L du soleil.

43. Prendre la hauteur d'une étoile avec la balance.

ف٣٨ اذا اردت ان تعلم الداير من الفلك فى اى يوم اردت من وقت طلوع الشمس الى اى وقت اردت منه

ف٣٩ اذا اردت ان تعلم ما مضى من النهار من الساعات المستوية او الساعات الزمانية على التحرير

ف٤٠ اذا اردت ان تعلم الطالع والمتوسط فى اى وقت شيت من اوقات النهار

ف٤١ فى معرفة درجة الشمس من قبل الطالع والعرض والماضى من النهار من الساعات المحردة

ف٤٢ فى معرفة الماضى من النهار من قبل العرض والطالع ودرجة الشمس

ف٤٣ اذا اردت ان تاخذ ارتفاع الكوكب بالميزان

44. Déterminer l'arc de révolution depuis le commencement de la nuit jusqu'à un instant quelconque.

45. Déterminer le même d'une autre manière.

46. Déterminer l'ascendant et le médiateur à un instant quelconque de la nuit.

47. Tracer une méridienne avec la balance comme avec le cercle indien.

48. Déterminer l'arc de révolution du commencement de la nuit à la fin du crépuscule, et l'arc de révolution du commencement de la nuit au lever de l'aurore.

49. Déterminer le médiateur au moment de la fin du

ف ٤٤ اذا اردت ان تعلم الداير من الفلك من اول الليل الى اى وقت اردت منه

ف ٤٥ فى معرفة الداير من الفلك من اول الليل الى اى وقت اردت منه بوجه اخر

ف ٤٦ فى معرفة الطالع والمتوسط فى اى وقت شيت من اوقات الليل

ف ٤٧ اذا اردت ان تستخرج خط نصف النهار بالميزان على منهاج الدايرة الهندية

ف ٤٨ اذا اردت ان تعلم الداير من الفلك من اول الليل الى وقت مغيب الشفق والداير من الفلك من اول الليل الى وقت طلوع الفجر

ف ٤٩ اذا اردت ان تعلم ما يتوسط السما عند مغيب الشفق

crépuscule ou du lever de l'aurore, et à un moment quelconque de la nuit.

50. Déterminer, avec la balance fezarie, la hauteur d'un mur, d'un obélisque ou colonne, de tout objet vertical; la largeur d'un fleuve, d'un étang; la profondeur d'un puits, et généralement tout objet quelconque relatif à l'arpentage.

او عند طلوع الفجر وبالجملة عند اى وقت شيت من اوقات الليل
ن ٥٠ اذا اردت معرفة طول الجدران والاعمدة وبالجملة كل شى
قايم على بسيط الارض ومعرفة سعة الانهار والبرك وما شاكلها
ومعرفة عمق الابار وما شاكلها وبالجملة الامور المتعلقة بالمساحات

Dans les instruments que nous avons mentionnés il est bon de remarquer que toute heure a pour correspondante une autre heure, de telle sorte, par exemple, que la sixième heure répond à la septième, la cinquième à la huitième, etc. mais il y a une distinction à faire à l'égard de ces heures, c'est que les correspondantes diffèrent pour leurs commencements et leurs fins, le commencement de chacune des heures répondant à la fin de sa correspondante.

Quant aux cadrans que nous avons encore à énumérer, l'extrémité de l'ombre du gnomon[1] vous montre l'heure qu'il est. On les suspend à des fils de manière qu'ils restent parallèles au plan pour lequel ils sont construits; et si les parallèles des signes et de leurs parties y sont tracés, qu'on les place relativement au soleil de manière que l'extrémité de l'ombre du gnomon tombe sur le parallèle du jour, et

[1] Mekyas ou gnomon. M. Caussin, traduction d'Ebn-Jounis, p. 70, appelle le *mekyas* un instrument à mesurer.

le point sur lequel tombera cette extrémité de l'ombre indiquera quelle heure il est.

Ces cadrans sont plus commodes que ceux qui précèdent parce que les quatre points cardinaux et l'azimut de la kiblah doivent y être marqués par des lignes droites. On reconnaît aussi très-facilement le temps de l'ashre et celui auquel le soleil est sur l'azimut de la kiblah.

Ces cadrans sont :

1° Le cadran horizontal[1];

2° Le cadran oriental et occidental sur le plan du méridien;

3° Les cadrans sur le plan du premier vertical, ou cadrans verticaux du midi et du nord;

4° Le cadran vertical déclinant et le cadran incliné;

5° Les cadrans dont le gnomon, au lieu d'être perpendiculaire au plan, est parallèle à l'horizon;

6° Les cadrans parallèles à des horizons quelconques;

7° Le cadran horizontal des heures égales, sans employer aucun azimut et sans autre parallèle que celui du bélier;

8° Enfin les cadrans cylindriques perpendiculaires à l'horizon, à un vertical, etc. les cadrans, dans un hémisphère creux, horizontal ou vertical, et les cadrans sur des feuilles de paravent, comme ceux que lord Elgin a rapportés d'Athènes.

Tels sont les seuls instruments que le manuscrit 1147 nous ait fait connaître.

Il existe à la Bibliothèque royale, département des cartes et plans, un quart de cercle fort curieux qui, après ce que nous avons dit, n'a pas besoin d'explications[2]. Quant au cadran solaire dont l'empreinte, rapportée d'Égypte par le savant M. Marcel,

[1] Voyez Albategni, c. LVI; J. J. Sédillot, trad. d'Aboul-Hhassan, t. II, p. 612 et suiv. Beigel, *Mines de l'Orient*, t. Ier, p. 422 à 427.

[2] Voyez aussi J. J. Sédillot, traduction d'Aboul-Hhassan, t. II, p. 481 et suiv.

se trouve reproduite dans l'atlas de la Description de l'Égypte, il mérite une attention particulière. Gravé sur une dalle de pierre de vingt-sept pouces de long sur vingt et un pouces de large [1], ce cadran portait, comme le *basithah* ou cadran horizontal d'Aboul-Hhassan [2], les quatre points cardinaux : شمال, *nord;* جنوب, *sud;* مشرق, *est;* مغرب, *ouest,* disposés de la même manière. Il a été construit pour la latitude de 30 degrés (c'est la latitude du Caire) en l'année 696 de l'hégire (1296 de l'ère chrétienne) [3]. On lit en effet au-dessous du mot شمال l'inscription suivante [4] : رسم لعمل هذه الساعات بالجامع المعروف باحمد ابن طولون تغمده الله برحمته فى سنت ٦٩٦. Ainsi ce cadran était bien réellement destiné à la mosquée d'Ahmed ben-Thouloun [5]. On y remarque d'abord deux faisceaux bien distincts, formés chacun de six segments de cercle ou plutôt de six courbes paraboliques, se groupant trois par trois autour

[1] La dalle avait été brisée, et M. Marcel en découvrit les morceaux dans un pan de mur du minaret attenant à la mosquée d'Ahmed ben-Thouloun ; il rassembla aussitôt ces précieux fragments et s'empressa d'en tirer plusieurs empreintes par les procédés typographiques, comptant bien emporter plus tard ces fragments eux-mêmes ; mais dès le lendemain ils avaient disparu.

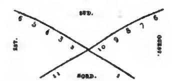
[2] Aboul-Hhassan, trad. de J. J. Sédillot, t. II, p. 488, et pl. XV; voy. aussi Beigel, *Mines de l'Orient*, t. Ier, p. 422 et suiv.

[3] En 1296 le sultan mamlouk Melik-al-Naser-Mohammed الملك الناصر محمد régnait en Égypte ; mais, comme cette même année deux usurpateurs parurent sur le trône (Melik-Adel-Zein-eddin-Ketbogha الملك العدل زين الدين كتبغا et Melik-Mansour-Hosam-eddin-Lagin الملك المنصور حسام الدين لاجين), on ne sait auquel de ces princes on doit attribuer le don fait à la mosquée d'Ahmed ben-Thouloun de ce cadran solaire. « Peut-être, ajoute M. Marcel, provenait-il de la piété d'un particulier et non de la munificence du souverain. »

[4] Cette inscription, ainsi que toutes celles qui se trouvent sur ce cadran, sont en caractères karmatiques de la forme la plus belle et la plus élégante ; les points diacritiques y sont fidèlement indiqués, circonstance qui ne se rencontre dans aucune autre des inscriptions koufiques et karmatiques recueillies en Égypte par M. Marcel.

[5] M. Marcel avait rédigé, sur cette mosquée, un important Mémoire, qui devait paraître dans la Description de l'Égypte, et dont les premières épreuves lui avaient même été livrées ; mais la publication n'en eut pas lieu par suite de la brusque interruption de ce grand ouvrage.

d'une ligne droite commune aux deux faisceaux, qui s'entre-croisent; et c'est aux points d'intersection de ces diverses lignes que sont placés les noms des signes. Les courbes paraboliques sont ensuite coupées transversalement par six lignes droites destinées à marquer les heures. On lit en remontant du nord au sud, le long de la ligne qui termine à gauche le faisceau occidental, مدار الجدى, *parallèle du Capricorne;* الدلو, *le Verseau;* الحوت, *les Poissons;* الحمل, *le Bélier;* الثور, *le Taureau;* الجوزا, *les Gémeaux;* et مدار السرطان, *parallèle de l'Écrevisse;* puis, dans un sens renversé, le long de la ligne qui termine à droite le faisceau oriental, مدار الجدى, *parallèle du Capricorne;* القوس, *le Sagittaire;* العقرب, *le Scorpion;* الميزان, *la Balance;* السنبلة, *la Vierge;* الاسد, *le Lion;* مدار السرطان, *parallèle de l'Écrevisse.* — Les indications des heures sont marquées sur la courbe inférieure des deux faisceaux, du côté du nord; c'est, pour le faisceau *occidental,* en allant de droite à gauche, سادسة, *la sixième;* سابعة, *la septième;* ثامنة, *la huitième;* تاسعة, *la neuvième;* عاشرة, *la dixième;* حادية عشر, *la onzième;* puis, pour le faisceau *oriental,* en allant de gauche à droite, سادسة, *la sixième;* خامسة, *la cinquième;* رابعة, *la quatrième;* ثالثة, *la troisième;* ثانية, *la seconde;* اولة, *la première.*



C'est entre la neuvième et la dixième heure que se trouve placée la ligne de l'*asr* فرع العصر (temps de la *sieste,* entre trois et quatre heures de l'après-midi). L'on sait, en effet,

que la première heure des Arabes correspond pour nous à sept heures du matin, leur sixième heure à midi, et leur douzième heure à six heures du soir.

Pour avoir l'explication de ce cadran il faut supposer que deux styles étaient placés parallèlement un peu au-dessus des lignes marquant la sixième heure, aux deux brisures qui existent dans la planche de chaque côté du cadran. Celui de gauche servait du matin à midi. Après avoir marqué la première heure du jour chez les Arabes, l'ombre, par son raccourcissement, indiquait les autres heures, à mesure que le soleil montait sur l'horizon, et après la sixième heure ou midi, sortait du cadran lui-même; mais alors le second style, à droite, entrait en fonctions, et l'ombre marquait successivement les dernières heures de la journée, jusqu'à la onzième ou cinq heures du soir; puis elle devenait trop allongée pour que la douzième heure (six heures du soir) pût être indiquée sur l'instrument. (Il en était de même pour six heures du matin.)

Quant aux courbes sur lesquelles sont écrits les noms des douze signes du zodiaque, et qui sont coupées transversalement par les lignes horaires, elles donnaient l'extrémité de l'ombre aux diverses heures de la journée pour chacun des signes ou des mois correspondants; car, du solstice d'hiver au solstice d'été, l'ombre du style diminue progressivement de longueur à mesure que la hauteur du soleil augmente au-dessus de l'horizon, et elle croît en sens contraire du solstice d'été au solstice d'hiver.

Dans l'angle supérieur (sud-ouest) du cadran solaire se trouve une dernière inscription ainsi conçue : طول المصرين لد, que M. Marcel explique par longitude des deux *Mesr*, c'est-à-dire de *Mesr* l'ancien ou du vieux Caire, et de *Mesr* El-

Kahirah ou du Caire proprement dit, 55°. La mosquée d'Ebn-Thouloun était située entre ces deux villes et sur le même méridien; mais la longitude du Caire n'est pas de 55°, si nous en croyons Nasir-eddin-Thousi et Oloug-beg; le premier la fait de 65°; le second de 63° 20′; elle est dans Aboul-Hhassan de 64°; mais un passage d'Aboulféda permet de supposer qu'on donnait ordinairement au vieux Caire la longitude de 55° [1]. A l'égard de l'expression de مصرين pour signifier l'ancienne et la nouvelle capitale de l'Égypte, nous devons dire que M. Quatremère ne l'a pas rencontrée, même une seule fois, au milieu de ses immenses lectures; mais M. Marcel ne pense pas qu'elle doive paraître plus étrange que celle de لقصرين ou celle de النيلين, employée par Aboulféda pour désigner *les deux branches du Nil* [2].

Nous allons passer maintenant à l'examen du manuscrit 1148. Nous commencerons par l'instrument qui sert à déterminer l'arc de révolution sur un horizon quelconque.

Instrument qui sert à déterminer l'arc de révolution sur un horizon quelconque.

Cet instrument, dont la construction est exposée avec beaucoup d'exactitude par Aboul-Hhassan [3], permet de trouver sans calcul le temps vrai de jour et de nuit, d'après une simple observation de la hauteur ou du soleil, ou d'une étoile, dont l'ascension droite ou la déclinaison sont connues. L'invention de ce cadran prouve que la détermination du temps vrai était

[1] Voici les longitudes que la Table d'Aboulféda donne pour le vieux Caire (الفسطاط), d'après diverses observations : نج ن, 53° 50′ ;— نن ه, 54° 5′ ;— نج, 53° ;— نن م, 54° 40′ ;—et d'après Ebn-Jounis, نه, 55°. Voyez aussi Beigel, *Versuch über eine bis jetzt noch nich erklarte Stelle in Abulfeda's Beischreibung von Ægypten unter dem Artikel Fostat* (*Mines de l'Orient*, t. Ier, p. 409).

[2] Maintenant encore on appelle افتراق النيلين le lieu où se fait la séparation des deux branches du Nil.

[3] Manusc. arabe 1148, fol. 2 : فى وضع الالات الجيبية وهى التى تودى الى المطلوب المناسب « De la construction des instruments à sinus, lesquels servent à trouver les quantités proportionnelles [à certaines quantités données]. »

une des opérations que les astronomes arabes répétaient le plus fréquemment[1]; la figure[2] que nous donnons rectifiée représente l'instrument construit pour la latitude septentrionale de 30 degrés; c'est à peu près la latitude du Caire que l'auteur fait de 29° 55'.

Prenez, dit-il, une tablette rectangulaire d'une épaisseur convenable[3], dont la longueur soit à la largeur comme le sinus verse de l'arc semi-diurne le plus long, dans le lieu pour lequel se fait la construction, est au sinus total ou à peu près[4].

Prenez aussi sur la longueur et la largeur les espaces sur lesquels vous mettrez les divisions à indiquer.

Soit AB la quantité prise sur la longueur, et AC celle qui est prise sur la largeur; par le point C, menez CD parallèle à AB, et par le point B, menez BM parallèle à AC, et qui rencontre CD en M.

Divisez MD en parties correspondant à celles du sinus verse de l'arc semi-diurne le plus long, puis écrivez sur les divisions, comme vous le voyez dans la figure, les nombres qui leur conviennent, en commençant au point M; écrivez de même, mais en sens contraire, les nombres qui répondent aux divisions du sinus total, en commençant à la fin de la soixantième partie du sinus verse, et finissant à l'origine de ce sinus.

Posez ensuite l'une des pointes du compas sur l'extrémité (F) de la soixantième partie du sinus verse, laquelle est en

[1] Les Arabes trouvaient encore le temps vrai, 1° par le cadran destour; 2° par la sphère; 3° par quatre sortes d'astrolabes, qui sont le septentrional, le chamilah, le shafiah d'Arzachel et le linéaire, aussi nommé *baguette de Nasir-eddin Thousi*. Nous parlerons plus loin de ces instruments.

[2] Voyez les planches, fig. 1.

[3] Man. arabe 1148, fol. 2 : فاتخذ لوحا مستو السطوح قائم الزوايا له حجم صالح

[4] من ستين او قريبا من ذلك. On sait que les Arabes divisent le sinus total en 60 parties; de là cette expression من ستين.

même temps l'origine du sinus total, et l'autre pointe en M, et décrivez l'arc ME prolongé jusqu'au bord de la tablette; divisez cet arc ME comme l'arc semi-diurne le plus long, et mettez sur les divisions les nombres qui leur correspondent en commençant en M; ces nombres servent pour l'arc diurne et l'arc de révolution de la sphère[1].

Marquez de même les divisions de l'arc de hauteur en commençant par l'extrémité de la quatre-vingt-dixième partie de l'arc semi-diurne et finissant au point M.

Par chacune des divisions de MD, menez parallèlement à DE des droites à l'arc ME, comme on le voit dans la figure pour les cinq premières parties, ou, si vous aimez mieux, pour abréger, ne menez ces lignes que de cinq en cinq parties seulement[2].

Prenez sur MD les parties correspondant au sinus de la hauteur méridienne du commencement de l'Écrevisse, et par l'extrémité de la dernière, menez parallèlement à DE une droite occulte ou de construction jusqu'à l'arc ME; puis du point M, comme centre, avec un rayon MD, décrivez, à partir du point D, l'arc DG, qui rencontre en G la droite occulte; menez de M en G la ligne MG, elle représentera le sinus verse (de l'arc semi-diurne) des points de l'écliptique et des étoiles dont la déclinaison est de 23° 35′ (nord)[3].

[1] On nomme ainsi la partie de l'arc semi-diurne décrite par l'astre au moment de l'observation ou au temps donné; l'arc de révolution divisé par les unités des heures égales ou inégales donne le temps vrai. Voyez J. J. Sédillot, trad. d'Aboul-Hhassan, t. Ier, p. 261 et 262.

[2] Ces lignes, qui sont les cosinus des hauteurs, sont celles que l'auteur nomme خطا مستقيها, *lignes de direction;* les Arabes appellent aussi ces droites *ordonnées*, dénomination que nous avons adoptée apres eux.

[3] Il est visible que cette construction est fondée sur ce que sin. vers. arc semi-diurne est l'hypothénuse d'un triangle qui a pour un de ses côtés sin. haut. méridienne de l'astre; car on a :

$$\text{Sin. vers. arc semi-di.} = \frac{\text{sin. haut. merid.}}{\text{cos. lat.}}$$

Prenez de même sur MD les parties correspondant au sinus de la hauteur méridienne du commencement du Bélier, dans le lieu pour lequel se fait la construction, et, par l'extrémité de la dernière, menez une droite occulte parallèle à DE; puis du point M, comme centre et avec un rayon (MF) de soixante parties du sinus verse, décrivez, à partir de la ligne MD, un arc (FT) qui coupera en T la ligne occulte; joignez les points M et T par la ligne MT, cette ligne sera le sinus verse de l'arc semi-diurne du commencement du Bélier et de celui de la Balance, ainsi que des étoiles qui n'ont pas de déclinaison.

Tracez ensuite les sinus verses propres aux points qui ont une déclinaison (comprise entre o et 23° 35′ B), en suivant une division constante, soit de 4° en 4° ou de 3° en 3°[1]; et joignez l'extrémité de chaque sinus verse à l'extrémité de celui qui le suit immédiatement; puis écrivez auprès[2] de chaque sinus verse la déclinaison du point auquel il correspond.

Enfin décrivez par chacune des limites de cinq en cinq parties de MD, et de M comme centre, des arcs prolongés jusqu'à la ligne MG, non pas que ces arcs soient absolument nécessaires, puisque l'indicateur ou la perle qu'on attache au fil en tient lieu, mais parce qu'ils peuvent servir à défaut du fil.

Faites ensuite le même tracé pour les étoiles fixes, mais seulement pour celles dont la déclinaison est égale à l'inclinaison de l'écliptique ou moindre que cette inclinaison;

Et lorsque vous aurez tracé le sinus verse de l'arc semi-diurne d'une étoile, vous mettrez un point à l'extrémité de ce sinus verse, et vous écrirez auprès le nom de l'étoile et

[1] L'auteur prend 8 et 16 seulement pour intermédiaires.

[2] Man. ar. 1148, fol. 3. Le texte porte عند هيه ; mais il faut lire عند نهاية.

son coascendant dans la sphère droite, comme on l'a fait dans la figure pour *al-Simak al-Ramih*, ou Arcturus[1].

Après cette construction, on fait à la tablette, au point M, un très-petit trou par lequel on passe un fil de soie, et on adapte à ce fil un petit nœud mobile (une petite perle qui glisserait sur le fil) servant d'indicateur.

Voici maintenant comment, au moyen de cet instrument[2], on trouve l'arc de révolution :

Prenez sur l'arc de hauteur la hauteur méridienne [du soleil] au jour donné, et descendez de son extrémité, le long de la *ligne de direction*, jusqu'à celle des sinus verses absolus[3] (la ligne MD), et faites sur cette ligne une marque au point de rencontre;

Prenez ensuite, sur l'arc de hauteur, la hauteur, au temps de l'observation, et faites de même une marque sur la ligne (MD) des sinus verses : vous aurez entre les deux marques un certain nombre de parties des sinus verses absolus; portez-les sur la même ligne, à partir de son origine et par la ligne de direction, qui répond au point de limite; descendez jusqu'au sinus verse de l'arc semi-diurne du jour donné, et faites au point de rencontre une marque; placez alors le fil sur ce sinus, et portez sur le fil (au moyen de l'indicateur) la marque que vous venez de faire; puis faites tourner le fil jusqu'à ce qu'il tombe sur la ligne des sinus verses absolus, et du point qui coïncide avec l'indicateur, suivez la ligne de direction jusqu'à l'arc du sinus verse; marquez l'extrémité de

[1] Cette étoile n'est pas comprise dans la condition demandée par l'auteur; car sa déclinaison est de 23° 48' B. — J. J. Sédillot, traduction d'Aboul-Hhassan, t. I, p. 195, table du chap. XXV. — Remarquons aussi que sur la figure on lui donne 286° d'ascension droite, au lieu de 294° 43'. J. J. Sédillot, *loc. cit.* p. 283; voyez aussi Hyde, *Tabulæ stellarum Ulugh-beighi et Tizini*, p. 22 et 84.

[2] Man. arabe 1148, fol. 171.

[3] *Id.* الى خط السهم المطلق.

cet arc, et la partie (de l'arc semi-diurne) interceptée par la marque sera l'arc demandé[1].

On voit par là comment on aurait l'arc de révolution de nuit par une étoile, et nous n'avons pas besoin de dire comment il faut déduire de ces arcs le temps écoulé du jour ou de la nuit[2].

Ainsi la construction et l'usage de cet instrument résultent de ces deux analogies connues :

$$\text{Sinus verse arc semi-diurne} = \frac{\text{sin. haut. méridienne}}{\text{cos. latit. du lieu.}}$$

$$\text{Sinus verse distance au méridien} = \frac{\text{sin. haut. mérid.} - \text{sin. haut. observée}}{\text{cos. latitude du lieu.}}$$

Cette distance devient o lorsque la hauteur observée est la hauteur méridienne elle-même.

Soit EQ l'équateur, AB la hauteur méridienne du commencement de l'Écrevisse, BC son arc semi-diurne, AB′ la hauteur observée; menez B′C′, et faites faire au triangle BCD une demi-révolution sur BD = sin. haut. mérid.; vous aurez placé la ligne des sinus verses et celle des sinus droits dans la position indiquée sur l'intrument, et BC′ sera le sinus verse de la distance de l'astre au méridien au moment de l'observation.

Quart de cercle. Première face. Nous allons maintenant parler du quart de cercle des Arabes; Aboul-Hhassan ne s'étend pas beaucoup sur ce sujet,

[1] Savoir, la distance de l'astre au méridien, ce que les Arabes nomment *fadhl al-dayer* فضل الداير, augment ou complément de l'arc de révolution de la sphère.

[2] La manière dont l'auteur déduit ici l'arc de révolution est évidemment fondée sur ce qu'on a :

$$\text{Sin. vers. dist.} \odot \text{ ou } \ast \text{ au mérid.} = \frac{\text{sin. haut. mérid.} - \text{sin. haut. observée}}{\text{cos. lat.}}$$

et lorsqu'on a l'arc de révolution, on en déduit l'heure vraie en réduisant les degrés en temps.

L'opération à faire serait plus sensible si l'auteur en avait donné un exemple; mais il est aisé d'en faire l'application.

attendu [1], dit-il, que c'est une chose trop connue des personnes qui fabriquent des instruments astronomiques [2]. Mais il donne un soin particulier aux différents tracés et commence par décrire la face sur laquelle on indique l'arc de hauteur, savoir : celle qui regarde la gauche de l'observateur [3], après qu'on a fixé les deux pinnules [4] de la partie supérieure de l'instrument et celle du centre qui est à la droite.

(*Tracé de l'arc de hauteur* [5]). Soit ACBD la face dont il s'agit, le centre étant en A; vous tracez l'arc de hauteur comme il suit : par le point A, menez parallèlement à CB la ligne AE, ce sera la ligne du lever et du coucher [6]. Par le même point A, menez AG parallèle à CD. Du centre A, et à partir de la ligne AE, décrivez trois arcs qui se termineront à la ligne AG; que le plus grand de ces trois arcs soit le plus près possible de la limite du quart de cercle; qu'il y ait entre cet arc et le suivant (le moyen) assez de distance pour y marquer les multiples de cinq (de 5 à 90), et entre le second et le troisième (ou le plus petit) assez de distance pour y marquer les degrés de un à un; prenez ce dernier arc pour l'arc de hauteur, puis divisez le plus grand arc en dix-huit parties égales, et posant le bord d'une règle sur le centre et sur chacune des divisions, menez des droites comprises entre le petit arc et le grand, puis divisez le petit en quatre-vingt-dix parties égales; écrivez ensuite entre le plus grand arc et le moyen les divisions du cadran de cinq en cinq degrés, en commençant du côté de la ligne AE.

[1] Man. ar. 1148, f. 4 : فى ربع الدايرة.

[2] *Id.* الرصدية, *d'observation.*

[3] *Id.* الذى يلى (يسير) الناظر.

[4] *Id.* عطبتان. C'est la pinnule qui donne l'ombre.

[5] Man. arabe 1148, fol. 4 : رسم قوس الارتفاع. Voyez les planches, fig. 2.

[6] *Id.* تخرج من نقطة آ خط آه يوازى خط حب وهذا الخط هو خط الطلوع والغروب

(*Tracé de l'ombre*[1]). Après le tracé de l'arc de hauteur, faites le tracé de l'ombre; pour cela décrivez autour du centre A trois arcs, comme précédemment; placez le plus grand le plus près possible du plus petit des trois premiers. Prenez ensuite la hauteur correspondant à un doigt d'ombre, laquelle est de 85° 14'[2], et posant le bord de la règle sur le centre du quart de cercle et sur les 85° 14' de hauteur, menez une droite comprise entre le plus petit et le moyen des arcs d'ombre; cette ligne marquera un doigt d'ombre horizontal[3]. Tracez de même les lignes qui répondent à deux doigts, à trois doigts, et ainsi de suite jusqu'à ce que vous arriviez à une limite telle qu'on ne puisse plus marquer les doigts d'ombre à cause de la petitesse des divisions; prolongez alors jusqu'au plus grand arc d'ombre les lignes qui répondent aux divisions multiples de cinq; puis écrivez, entre l'arc moyen et le plus grand, les nombres qui marquent les doigts d'ombre, en commençant du côté de la ligne AG.

(*Autre manière de tracer l'ombre*[4].) Si vous voulez tracer l'ombre de 15° à 90° de hauteur, posez le bord de la règle sur le centre du quart de cercle et sur la limite de 15° de l'arc de hauteur, et marquez le point M à l'endroit où le bord de la règle coupe le plus petit des arcs d'ombre. Menez par ce point une droite *occulte*[5] parallèle à la ligne (AE) du commencement de la hauteur; prolongez-la jusqu'à la ligne AG, et prenez pour son commencement le point O, où elle rencontre la ligne AG, et pour sa fin le point M sur le plus petit arc d'ombre.

[1] Man. arabe 1148, fol. 5 : رسم الظل.

[2] J. J. Sédillot, trad. d'Aboul-Hhassan, t. I, p. 168, première table du chap. XIX. Dans le man. 1148, nous trouvons, par correction marginale, 84° 14'.

[3] Man. arabe 1148, fol. 5 : هذا الخط يعد اصبعا واحدا من الظل المبسوط.

[4] Man. arabe 1148, fol. 5 : بوجه اخر. Voyez les planches, fig. 3.

[5] L'auteur désigne par ce terme les lignes de construction qui ne doivent pas subsister sur la figure, lorsqu'elle est terminée.

Après cela posez le bord de la règle sur le centre du quart de cercle et sur 45° de hauteur, et marquez en K le point de rencontre du bord de la règle et de la ligne occulte, la ligne OK sera égale à OA, et si cela n'était pas, il y aurait eu erreur dans l'opération.

Divisez OK en douze parties égales et partagez le reste de la ligne occulte en parties égales à celles de OK; ensuite posez le bord de la règle sur l'extrémité de chaque division de la ligne occulte et sur le centre du quart de cercle, et menez le long de la règle des droites comprises entre le plus petit arc d'ombre et le médial; après quoi vous prolongerez jusqu'au grand arc d'ombre les droites qui répondent aux divisions multiples de cinq, et vous écrirez les nombres correspondants comme il a été dit précédemment [1].

(*Tracé de l'inclinaison ou obliquité* [2].) Pour tracer l'inclinaison première, décrivez autour du centre A trois arcs, comme vous avez fait pour l'ombre, et placez le plus grand de ces trois nouveaux arcs le plus près possible du plus petit des arcs d'ombre; prenez ensuite les degrés de l'écliptique [3] correspondant à un degré d'obliquité (c'est-à-dire ici de déclinaison), savoir, 2° 30'; posez le bord de la règle sur le centre du quart de cercle et sur 2° 30' de l'arc de hauteur, et tracez le long de la règle une droite comprise entre le plus petit des arcs d'obliquité et le médial; continuez pour les autres degrés d'obliquité comme vous avez fait ci-dessus, et écrivez les nombres indicateurs de l'obliquité, en commençant du côté de la ligne AE [4].

[1] Nous donnons cette seconde méthode; mais la première est plus exacte.

[2] Man. arabe 1148, fol. 6 : رسم الميل.

[3] J. J. Sédillot, trad. d'Aboul-Hhassan, t. I, p. 186 et 187, 4e table du chap. XXIV.

[4] On pourrait encore tracer l'obliquité de la manière indiquée par Aboul-Hhassan (*loc. cit.* t. II, p. 372, proposition 2), dans la supposition que le quart de la circonférence de l'écliptique représente l'arc de

(*Tracé des heures de temps*[1].) Pour faire ce tracé, décrivez autour du centre A un arc placé le plus près possible du plus petit arc d'obliquité, et qui, commençant à la ligne AE, se termine à la ligne AG; divisez cet arc (qui est de 90 degrés) en six parties égales, et prolongez indéfiniment vers T la ligne AG sur une surface plane annexée à la surface AGE (du quart de cercle). Prenez pour centres le point A d'une part, et de l'autre le dernier point de la première des six divisions (savoir, celui de 15°), et avec une même ouverture de compas décrivez les deux arcs qui se coupent en M; puis des deux mêmes centres et avec une autre ouverture de compas, décrivez les deux arcs qui se coupent en S; posez le bord de la règle sur les deux points M et S, et marquez en Q son point de rencontre avec la ligne AT; puis du point Q comme centre, décrivez un arc compris entre le point A et l'extrémité de la première des six divisions: cet arc sera celui de la fin de la première heure.

Prenez de même le point A et le point extrême de la seconde division, et de ces deux points comme centres avec une même ouverture de compas décrivez deux arcs qui se coupent en K'; et avec une autre ouverture de compas, deux autres arcs qui se coupent en O'; puis, posant le bord de la règle sur les points K'O', marquez en H le point où il rencontre la ligne AT; décrivez alors, du point H comme centre, un arc compris entre le point A et l'extrémité de la seconde des six divisions; cet arc sera celui de la fin de la deuxième heure: et

hauteur; mais la méthode que nous venons de donner est plus sûre.

[1] Man. ar. 1148, fol. 6: رسم الساعات الزمانية. Les heures étaient égales entre elles pendant un même jour; mais leur durée changeait d'un jour à l'autre, parce qu'elle était la douzième partie du temps compris entre le lever et le coucher du soleil. Voyez Chasles, *Aperçu historique*, etc. p. 496, et les auteurs qu'il cite.

vous suivrez la même méthode pour décrire ceux des autres heures jusqu'à la sixième inclusivement.

(*Autre méthode.*) Si vous aimez mieux, divisez 1800, nombre constant[1], par le sinus de la première des six divisions (de 15°), le quotient sera la distance du centre de la première heure au centre du quart de cercle, sous la condition que le rayon du cercle dont le quart est partagé en six soit de soixante parties; divisez ensuite 1800[2] par le sinus de la somme de la première et de la seconde partie, le quotient sera la distance du centre de la deuxième heure au centre du quart de cercle. Vous trouverez de même les autres centres. Voici la table de ces distances :

TABLE.

HEURES.	DISTANCES Degrés.	DISTANCES Minutes.
I.	115	53
II.	60	0
III.	42	26
IV.	34	38
V.	31	8
VI.	30	0

Écrivez ensuite les nombres qui correspondent à chaque heure[3], comme on le voit dans la figure[4].

[1] Man. ar. 1148, fol. 7. Le texte porte : تقسم الفا وثمان ماية ابدا.

[2] Manuscrit arabe 1148, fol. 7. On lit ici ١٨٠٠.

[3] Ces heures sont celles dont il est parlé dans la traduction du manuscrit d'Aboul-Hhassan n° 1147, et dont la valeur absolue est donnée pour les lieux qui n'ont point de latitude et pour ceux qui ont une latitude, mais lorsque le soleil décrit l'équateur seulement. J. J. Sédillot, traduction d'Aboul-Hhassan, t. I, p. 250, ch. XXXIX, et t. II, p. 391, prop. 28.

[4] Voyez les planches, fig. 2.

(*Tracé du carré des deux ombres*[1].) On peut suppléer au tracé d'ombre dont nous venons de parler par le carré des deux ombres dont voici la description et le tracé.

Posez le bord de la règle sur le point A et sur la hauteur de 45°, et menez une ligne occulte AK du centre du quart de cercle au plus petit arc d'obliquité; prenez sur cette ligne un point quelconque T, et par ce point menez deux droites TM, TI, l'une parallèle à AE, et l'autre parallèle à AG; divisez AT en deux parties égales, et du point de division comme centre, décrivez un cercle occulte qui passe par le point A; et s'il passe aussi par les points MTI, l'opération sera exacte; autrement il y aurait erreur.

Après cela faites dans le carré AT un autre carré AH, tel que l'angle A soit commun et que la distance des deux côtés BH, CH, aux deux côtés MT, TI, soit telle qu'on puisse y marquer les doigts; faites ensuite un autre carré AS qui ait l'angle A commun avec le précédent, et dont les côtés QS, SO en soient assez distants pour qu'on puisse indiquer les doigts d'ombre. Ensuite divisez les deux côtés MT, TI chacun en douze parties égales, et posant le bord de la règle sur le centre du quart de cercle et sur chacune de ces divisions, menez des droites comprises entre BH et MT, et entre CH et TI, et toutes les fois que vous en serez à un multiple de deux, prolongez la droite de limite, الخط الحاد له, jusqu'aux lignes QS et SO; enfin écrivez sur le côté MT *ombre horizontale*, الظل المبسوط, et sur le côté TI, *ombre verticale*, الظل المنكوس; puis marquez les nombres correspondant aux doigts d'ombre horizontale dans les divisions de la face QH, et ceux d'ombre verticale dans celles de la face OH, en commençant

[1] Man. arabe 1148, fol. 7 : رسم مربع الظلّين. Voyez les planches, fig. 4.

à compter pour l'ombre horizontale à partir de BQ, et de OC pour les doigts d'ombre verticale.

On se sert aussi, pour le carré d'ombre, de pieds au lieu de doigts[1], et même on n'est pas d'accord sur le nombre des pieds compris dans le module; car les uns le font de 6 pieds $\frac{2}{7}$, et les autres de 7 pieds; mais qu'on le fasse de 6 ou de 7, la division des deux côtés n'en est pas moins évidente : car supposons le module de 6 pieds et demi, on divisera ces deux côtés chacun en treize parties égales, et, posant le bord de la règle sur le bord du quart de cercle et sur la seconde division, on mènera une droite comprise entre les deux côtés du grand et du moyen carré; cette droite marquera la limite d'un pied d'ombre; ensuite on posera la règle sur la quatrième division et sur le centre du quart de cercle, et on mènera une nouvelle droite aussi comprise entre les deux mêmes côtés; cette droite répondra à deux pieds d'ombre; et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on arrive à la dernière division dont la distance à la ligne HT ne répond qu'à un demi-pied.

Si le module était de 6 pieds $\frac{2}{3}$, on diviserait les deux côtés MT,TI chacun en vingt parties, et par un procédé analogue au précédent, on poserait le bord de la règle sur le centre du quart de cercle et sur la troisième division pour avoir la limite d'un pied d'ombre, et ainsi de suite jusqu'à la dix-huitième division, dont la distance à la ligne HT répondrait à deux tiers de pied.

(*Tracé du fadhlah* ou *sinus fadhal*[2].) Après avoir fait le carré

[1] Man. arabe 1148, fol. 9 : وقد نعمل في مربع الظلّين الاقدام عوضا عن الاصابع.

[2] Man. arabe 1148, fol. 9 : رسم الفضلة. Voyez les planches, fig. 5. Le sinus fadhal est le sinus de l'excédent; c'est aussi l'ombre verticale d'une hauteur égale à la déclinaison d'un point de l'écliptique ou d'une étoile. J. J. Sédillot, traduction d'Aboul-Hhassan, t. I, p. 206.

des deux ombres, on peut procéder au tracé du sinus fadhal. Pour cela faites un nouveau carré semblable à celui des deux ombres, soit au dedans, soit au dehors; puis partagez en cinq parties chacun des deux côtés du nouveau carré adjacent à l'angle A, et divisez chacune de ces parties en minutes, si vous le pouvez; ensuite écrivez les nombres correspondant aux cinq parties, en commençant vers la ligne AE pour les divisions du côté parallèle à AG, et vers la ligne AG pour les divisions du côté parallèle à AE; enfin écrivez du côté parallèle à AG, *sinus fadhal*, et auprès de l'autre côté *ashle* [1].

(*Tracé de l'ashre.*) Voici comment se fait le tracé de l'ashre, c'est-à-dire de son commencement et de sa fin [2] : divisez la corde du midi vrai (*zaoual* [3]), c'est-à-dire du commencement de la septième heure, savoir la ligne AH, en parties égales quelconques, et du point A comme centre, avec des rayons dont chacun soit égal à sa distance de chaque division, décrivez autant d'arcs occultes compris entre AH et AE; ces arcs couperont l'arc AH en autant de points; vous poserez le bord de la règle sur le centre A et sur le premier point de division, et, prenant l'arc de hauteur intercepté, vous ajouterez à l'ombre de cette hauteur, qui est l'ombre du midi vrai de ce premier point, douze doigts, nombre constant (c'est la longueur du module); la somme sera une ombre dont vous prendrez la hauteur, et, posant le bord de la règle sur l'arc de hauteur correspondant et sur le point A, vous marquerez le point où il rencontre l'arc occulte passant par

[1] Man. arabe 1148, fol. 10. On lit en marge : ويمكن عمل الفضلة على مثل عمل الظل, etc. On pourrait construire le sinus fadhal comme on a fait pour les ombres (fig. 2) et par une méthode analogue. Voyez, pour l'explication du mot *ashle* اصل, J. J. Sédillot, traduction d'Aboul-Hhassan, t. I, p. 258.

[2] *Id.* رسم العصر. Voyez les planches, fig. 6.

[3] *Id.* زوال. Voyez Aboul-Hhassan, t. I, p. 268 et suiv.

le premier point de division; et cette marque sera celle du commencement de l'ashre pour cet arc occulte. Après cela vous ajouterez vingt-quatre doigts à la même ombre de midi vrai, et, prenant la hauteur correspondant à la somme d'ombre, vous poserez le bord de la règle sur l'arc de hauteur de cette ombre et sur le centre; et, faisant une marque au point où ce bord rencontre ledit arc occulte, cette marque sera celle de la fin de l'ashre dudit arc.

Après cela vous chercherez de même le commencement et la fin de l'ashre pour les autres cercles occultes, et vous ferez passer deux courbes par les points trouvés pour les commencements d'une part, et pour les fins d'autre part.

Maintenant que nous avons traité des choses générales [1], nous allons exposer les choses propres à une latitude déterminée, c'est-à-dire les heures de temps et les heures égales [2], l'ashre et la hauteur sans azimut, ainsi que les choses propres à un lieu donné, telles que l'azimut de la kiblah, le midi et le temps de l'ashre à la Mecque, etc.

Des heures propres à une latitude déterminée [3].

On trace ces heures sur des arcs parallèles à l'arc de hauteur; soit AT' ce qui reste de la ligne AE après qu'on en a pris ce qui est nécessaire pour les constructions précédentes (savoir les arcs de hauteur, d'ombre et de déclinaison); divisez ce reste AT' en huit parties égales et du point A comme centre, avec un rayon égal à sa distance à chaque point de

[1] Manusc. arabe 1148, fol. 11: الامور العامة.

[2] *Id.* الساعات الزمانية والساعات المستوية. Voyez plus bas, p. 15 et 35, et Aboul-Ilhassan, t. I[er], pag. 247 et suiv. Les Arabes ont les premiers fait usage des heures égales. Chasles, *loc. cit.* p. 496.

[3] Man. arabe 1148, fol. 11 : الساعات المخصوصة بعرض واحد. Le tracé des lignes d'heures sert à marquer l'heure qu'il est à l'instant de l'observation, ce que fait le fil à plomb, selon le signe où l'on se trouve et qui est toujours connu. Voy. les planches, fig. 7.

division, le plus proche du point A étant seul excepté, décrivez (sept arcs) compris entre les lignes AT′ et AG, et supposez que l'arc qui passe par le point T′ représente le parallèle du commencement du Capricorne et de la fin du Sagittaire, l'arc suivant le parallèle du commencement du Verseau et du commencement du Sagittaire, et ainsi de suite jusqu'au dernier, qui passe en H′, et qui représente le parallèle du commencement de l'Écrevisse et de la fin des Gémeaux; ensuite écrivez le nom des signes sur le bord [1], comme vous le voyez dans la figure. Divisez chaque signe en autant de parties que faire se pourra, et cherchez ensuite les hauteurs des heures du commencement des signes et de leurs divisions, ainsi que les hauteurs de leurs ashres. Après cela prenez la hauteur de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, et, posant le bord de la règle sur la hauteur correspondante dans le quart de cercle et sur le centre de cet instrument, faites une marque au point où il rencontre le parallèle du commencement de l'Écrevisse; prenez de même, dans la table, la hauteur de la première heure du jour du commencement des Gémeaux, et, posant le bord de la règle sur cette hauteur dans le quart de cercle et sur le centre, faites une marque au point où ce bord rencontre le parallèle des Gémeaux; marquez de même la première heure de chacun des autres signes sur leurs parallèles respectifs, et faites passer par ces marques une ligne continue, qui sera la limite de la fin de la première heure et du commencement de la douzième pour tous les jours de l'année.

Tracez, suivant la même méthode, les lignes des seconde, troisième et autres heures, les lignes du commencement et de la fin de l'ashre, celles de la hauteur de l'azimut de la

[1] Man. arabe 1148, fol. 12 : في الهامش. Voyez les planches, fig. 7.

kiblah et de la hauteur qui n'a pas d'azimut, et enfin celles des heures égales [1].

La figure que nous donnons a été dressée pour la latitude septentrionale de 30°, et la table adaptée à sa construction contient les hauteurs des heures égales pour les commencements des signes, la hauteur qui n'a pas d'azimut pour les commencements des signes septentrionaux [2]; enfin la hauteur de l'azimut de la kiblah [3] pour les commencements des signes, dans un lieu situé à la latitude susdite de 30° N. et à 65° de longitude [4] (c'est le Caire), hauteur qui, dans

[1] Voyez J. J. Sédillot, traduct. d'Aboul-Hhassan, t. II, p. 551.

[2] Cette hauteur ne peut être indiquée غير مقصور pour les signes méridionaux; elle est au-dessous de l'horizon et se nomme *dépression*.

[3] C'est celle du soleil lorsqu'il traverse le cercle azimutal de la kiblah.

[4] A l'occident de Khobbet Aryn. Voyez sur Khobbet Aryn les Nouvelles recherches sur l'histoire de l'astronomie chez les Arabes, par L. Am. Sédillot; voyez aussi le t. II de la traduction d'Aboul-Hhassan, avant-propos.—Nous avons fait connaître, dans un récent mémoire, ce qu'on entendait par *Khobbet Aryn* (dôme ou coupole d'Aryn), *dont la position servait à déterminer le premier méridien dans le système géographique des Arabes et des Indiens.* Quelques auteurs arabes, au lieu de placer, comme les Grecs, leur premier méridien aux îles Fortunées, prennent, comme point de départ, un lieu qu'ils appellent *Khobbet Aryn*, et ils supposent que cette manière différente de compter les longitudes est d'origine indienne; on avait bien cherché à déterminer la position de ce lieu, mais les recherches entreprises jusqu'à ce jour pour résoudre ce point curieux de l'histoire de la géographie au moyen âge, loin d'éclaircir la question, n'avaient eu pour résultat que de l'obscurcir de plus en plus. Les uns voyaient dans *Khobbet Aryn une ville du Khorasan;* les autres *une île;* les uns le plaçaient *dans l'île de Ceylan;* les autres *dans l'Arménie* et *l'Égypte;* d'autres enfin *dans l'Inde*. M. Biot en faisait un *point fictif*, c'est-à-dire le point culminant d'un demi-cercle tiré arbitrairement sur l'équateur; mais cette idée ingénieuse avait-elle reçu sa première application chez les Arabes ou chez les Indiens, et les diverses opinions émises par Greaves, Reinaud, de Humboldt, etc. étaient-elles de nature à justifier une assertion qui tranchait nettement, il est vrai, toutes les difficultés, mais sans rien apprendre sur la véritable origine de ce singulier système? Nous avons essayé de démontrer, dans notre mémoire, que ce n'était autre chose que le système des Grecs retourné d'une manière assez originale. Ptolémée admettait 180 degrés de longitude de l'ouest à l'est pour les terres habitables qui formaient ainsi la moitié du globe; les Orientaux l'ont

les lieux dont la latitude est donnée, varie suivant la longitude [1].

TABLE.

NOMS DES SIGNES.	HAUTEUR de la Ire HEURE.	HAUTEUR de la IIe HEURE.	HAUTEUR de la IIIe HEURE.	HAUTEUR de la IVe HEURE.	HAUTEUR de la Ve HEURE.	HAUTEUR de la VIe HEURE.	HAUTEUR qui n'a pas D'ASIMUT.	HAUTEUR de L'ASIMUT de la kiblah.
	Deg. Min.	Deg. Min.	Deg. Min.	Deg. Min.	Deg. Min.	Deg. Min.	Deg. Min.	Deg. Min.
♑	11 4	20 55	28 28	34 25	36 25	0 0	0 0	53 39
♐ ♒	11 30	21 56	30 42	36 56	39 41	0 0	0 0	58 38
♏ ♓	12 24	24 4	34 31	42 50	47 43	0 0	0 0	30 57
♈ ♎	12 58	25 40	37 45	48 36	56 46	60 0	0 0	46 51
♍ ♉	12 47	25 45	38 41	51 44	62 36	70 29	23 35	62 43
♌ ♊	12 11	24 50	37 44	50 44	63 31	74 59	43 58	75 8
♋	11 52	24 15	36 59	49 33	62 51	75 22	53 9	80 2

représentée par une coupole; ils ont nommé l'extrémité orientale ou le 180e degré de Ptolémée كنكدر *Kankder* (la porte de la coupole), et le 90e degré de Ptolémée قبة ارين *Khobbet Aryn* (le milieu de la coupole). Les Arabes comptent les longitudes à partir de *Khobbet Aryn*, et les Indiens à partir de *Kankder*. Nous n'entrerons pas ici dans les développements auxquels nous nous sommes livré sur la valeur des mots *Khobbet Aryn* et *Kankder* (*la Cancadora* de Greaves), dont on a fait *Lankdessa*, pays de Lanka ou *Ceylan*. — Nous pensons qu'on doit attribuer, non pas aux Indiens, mais aux Arabes, cette modification de forme apportée au système de Ptolémée. On sait qu'au xe siècle de notre ère, plusieurs savants arabes avaient fixé leur demeure dans l'Inde: Albirouni, par exemple, y résidait en 930 depuis plus de quarante ans, et il y avait composé tous ses ouvrages. Il serait possible que ses écrits, où l'on trouve à chaque pas la trace d'emprunts faits aux livres grecs, aient été considérés plus tard, à Bagdad ou au Caire, comme renfermant l'exposé des doctrines indiennes, ce qui expliquerait fort bien pourquoi le *cercle de Proclus* se trouve nommé *cercle indien* par les astronomes arabes; pourquoi l'Almageste est présenté par Masoudi comme un ouvrage des *Indiens*, etc. et enfin la *coupole d'Aryn* comme la base d'un système géographique inventé dans l'Inde.

[1] Quant aux hauteurs correspondant aux heures de temps pour le commencement des signes, voyez J. J. Sédillot, trad.

Voici maintenant les mêmes (constructions) par des lignes droites parallèles à la ligne AG[1] :

Soit TH le plus petit arc (c'est-à-dire plus petit que ceux de hauteur); posez le bord de la règle sur la hauteur méridienne du commencement de l'Écrevisse dans le lieu donné et sur le centre du quart de cercle; faites une marque au point où il rencontre l'arc TH et menez par ce point une ligne parallèle à AG et se terminant sur AE; cette ligne représentera le parallèle du commencement de l'Écrevisse.

Posez de même le bord de la règle sur la hauteur méridienne du commencement des Gémeaux et sur le centre du quart de cercle, et faites une marque au point où il rencontre l'arc TH, puis menez par ce point une ligne parallèle à AG et terminée sur AE; cette ligne représentera le parallèle du commencement des Gémeaux.

Construisez de même les parallèles des commencements des autres signes et écrivez sur chaque parallèle le nom du signe auquel il appartient, comme vous le voyez sur la figure[2].

Après cela posez le bord de la règle sur l'arc de hauteur correspondant à la hauteur de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse et sur le centre du quart de cercle, et faites une marque au point où le bord de la règle rencontre le parallèle du commencement de l'Écrevisse.

Posez de même le bord de la règle sur l'arc de hauteur correspondant à la hauteur de la première heure du jour du

d'Aboul-Hhassan, t. II, p. 450. Pour avoir les hauteurs de la fin de l'ashre, il faut prendre les ombres horizontales des hauteurs des commencements de l'ashre, ajouter à ces ombres douze doigts et prendre les hauteurs correspondant aux sommes partielles.

[1] Man. arabe 1148, fol. 13 et 14. Voyez les planches, fig. 8.

[2] Voyez les planches, fig. 8.

commencement des Gémeaux et sur le centre du quart de cercle, et faites une marque au point où le bord de la règle rencontre le parallèle du commencement des Gémeaux.

Marquez de même les limites des premières heures des autres signes et faites passer par les points de limites ainsi marqués une ligne de jonction; ce sera celle de la fin de la première heure et du commencement de la douzième pour tous les jours de l'année.

Après cela vous construirez, en suivant la même méthode, les lignes de limites des autres heures, de l'ashre, de la hauteur de l'azimut de la kiblah et de la hauteur sans azimut; mais remarquez que le tracé de cette dernière hauteur est assez difficile[1] pour les lieux dont la latitude est égale à l'obliquité de l'écliptique ou plus petite. La figure que nous donnons est pour le 30° de latitude septentrionale.

Voici encore une autre construction[2] par des lignes droites menées de l'origine T du petit arc sur la ligne du lever et du coucher, jusqu'à une autre droite comprise entre deux rayons dont l'un passe par le maximum de hauteur du commencement de l'Écrevisse et l'autre par le maximum de hauteur du commencement du Capricorne :

Soit TH le petit arc; placez le bord de la règle sur le maximum de hauteur du commencement de l'Écrevisse, dans le lieu donné, et sur le centre du cadran, et faites au point où il rencontre le petit arc la marque K. Posez le bord de la règle sur le maximum de hauteur du commencement du Capricorne et sur le centre du cadran, et menez le long de ce bord une ligne occulte comprise entre le centre du cadran et le petit arc; puis marquez sur cette ligne occulte un point quelconque, tel que le point M, de manière cependant qu'il

[1] يتعذر. — [2] Man. arabe 1148, fol. 14. Voyez les planches, fig. 9.

soit moins éloigné du centre que du point T. Joignez les points M et K par la ligne MK; cette ligne marquera le commencement de la septième heure; posez ensuite le bord de la règle sur les deux points T et K, menez la ligne TK; ce sera le parallèle du commencement de l'Écrevisse.

Posez le bord de la règle sur les deux points M et T, et menez la ligne MT; cette ligne sera le parallèle du commencement du Capricorne.

Posez le bord de la règle sur le maximum de hauteur du commencement des Gémeaux et sur le centre du cadran; faites une marque au point où il rencontre la ligne MK; joignez la marque et le point T par une droite; cette droite sera le parallèle du commencement des Gémeaux.

Posez le bord de la règle sur le maximum de hauteur du commencement du Taureau et sur le centre du cadran; faites une marque au point où il rencontre la ligne MK; joignez la marque et le point T par une droite; cette droite sera le parallèle du commencement du Taureau.

Tracez de même les parallèles du commencement des autres signes et de telles de leurs parties que vous voudrez.

Ensuite posez le bord de la règle sur la hauteur correspondant à la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse et sur le centre du cadran, et faites une marque au point où il rencontre le parallèle du commencement de l'Écrevisse.

Posez de même le bord de la règle sur la hauteur correspondant à la première heure du jour du commencement des Gémeaux et sur le centre du cadran, et faites une marque au point où il rencontre le parallèle du commencement des Gémeaux.

Marquez de même les limites des premières heures pour

le commencement des autres signes, et faites passer par les marques successives une ligne continue; cette ligne sera la limite de la première heure pour tous les jours de l'année.

Faites ensuite le même tracé pour les autres heures, l'ashre, la hauteur de l'azimut de la kiblah et la hauteur sans azimut; mais il faut remarquer encore que le tracé de cette dernière hauteur est assez difficile pour les lieux dont la latitude est plus petite que l'obliquité de l'écliptique, ainsi que pour ceux qui n'ont pas de latitude. La figure est construite pour un lieu situé à 30° latitude septentrionale.

(*Autre construction*[1].) Après avoir marqué sur la ligne AT un point quelconque I, posez le bord de la règle sur le centre du cadran et sur la hauteur méridienne du commencement de l'Écrevisse; faites une marque au point où il rencontre le petit arc, et joignez par une droite la marque et le point I; cette droite sera le parallèle du commencement de l'Écrevisse[2].

Posez de même le bord de la règle sur le centre du cadran et sur le maximum de hauteur du commencement des Gémeaux; faites une marque au point où il rencontre le petit arc, et joignez la marque et le point I par une ligne droite; cette ligne sera le parallèle du commencement des Gémeaux.

Suivez la même méthode pour tracer les parallèles des autres signes.

L'objet des parallèles dans toutes ces figures et des lignes droites ou courbes qui leur correspondent est d'y marquer les limites des heures pour tel signe que ce soit, que son parallèle soit tracé réellement[3] ou qu'il ne le soit pas[4].

[1] Man. arabe 1148, fol. 16. Voyez les planches, fig. 10.

[2] *Id.* فيكون هذا الخط مدار اول السرطان.

[3] Comme l'est celui du Capricorne et des autres signes dans le troisième livre de la deuxième partie d'Aboul-Hhassan, traduction de J. J. Sédillot, t. II, p. 475.

[4] Comme on le voit pour les parallèles

Pour revenir à notre construction, posez le bord de la règle sur la hauteur correspondant à la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse et sur le centre du cadran, et faites une marque au point où il rencontre le parallèle du commencement de l'Écrevisse; cette marque sera celle de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse.

Marquez de même les limites des autres heures de ce jour et des heures du commencement des autres signes; joignez ces points de limites comme nous l'avons dit précédemment, et procédez de même au tracé de l'ashre, de la hauteur qui n'a pas d'azimut et de la hauteur de l'azimut de la kiblah.

Nous ajouterons qu'après avoir pris sur la ligne AT un point quelconque, on peut mener de ce point des lignes courbes [1] aux limites des maximum (de hauteur) sur l'arc TH, et regarder ces lignes comme représentant les parallèles des signes, etc. Le reste de l'opération est manifeste.

Quiconque aura bien compris ce qui précède n'éprouvera aucune difficulté à tracer la méridienne et la ligne de l'ashre de la Mecque. Ainsi ce que nous avons dit est suffisant.

Il y a des personnes qui font toutes ces constructions horizontalement [2], et cela parce qu'elles opèrent sur les maximum [3] et que, considérant ces maximum au lieu des signes, elles ne font aucun usage des parallèles, qu'elles remplacent par des lignes de maximum [4].

des signes mentionnés dans le deuxième livre de la seconde partie d'Aboul-Hhassan, t. II, p. 423.

[1] خطوط منحنية. Man. arabe 1148, f. 17. Voyez les planches, fig. 10.

[2] من يعمل هذه الاوضاع افاقية.

[3] Aboul-Hhassan l'a fait dans le livre deuxième de la seconde partie de son Traité, t. II, p. 423.

[4] Ces constructions sont évidentes et semblent ne pouvoir être affectées d'aucune erreur. Voyez cependant J. J. Sé-

Nous venons de donner l'explication de ce qui concerne l'une des faces (du quart de cercle); nous allons passer aux constructions relatives à l'autre face.

Seconde face du quart de cercle.

Cette face, avec les tracés qu'elle présente, est nommée *quart du destour*[1].

Soit, sur cette face, la figure ABCD et soit A le centre du

dillot, traduction d'Aboul-Hhassan, t. Ier, p. 209-211.

[1] Man. ar. 1148, fol. 17 : ربع الدستور، *quadrans canonis*. Voyez les planches, fig. 11. On trouve au fol. 219 du même manuscrit le passage suivant sur l'usage de la face *djedoulie* (à tables) du cadran destour : فى كيفيه العمل بالوجه الجدولى. On trace sur cette face du cadran destour l'ombre et la déclinaison khouarzémie الخوارزمى ; on se sert quelquefois de l'arc divisé en 90 parties égales (c'est-à-dire un arc de 90° divisé) au lieu du cadran de l'écliptique, dont le commencement est au premier point du Bélier et la fin au premier point de l'Écrevisse, et l'on marque sur cet arc la déclinaison, comme nous l'avons dit en exposant la construction du quart de cercle. Il est reconnu que ce cadran supplée aux trois autres cadrans de l'écliptique pour déterminer la déclinaison de chacun de ses points; on a la déclinaison de chaque point de l'écliptique par cet arc et par la déclinaison marquée vis-à-vis. (C'est-à-dire, ce me semble, que la partie du cadran destinée à la déclinaison de l'écliptique contient, outre cette déclinaison, la division de l'arc adjacent en 90°, pour que l'objet de comparaison soit plus rapproché de l'œil et qu'il ne faille pas recourir au bord du limbe.)

Quelquefois aussi on met cet arc divisé en 90 parties au lieu du cadran de hauteur, et on y trace les ombres de la hauteur, le carré des deux ombres et les heures; et lorsqu'il en est ainsi, la manière de déduire l'ombre horizontale ou verticale d'après le khouarzemi ou le carré est tout à fait évidente.

Quant à la détermination des heures, placez un fil à plomb sur la hauteur au moment de l'observation ou au moment demandé; regardez où il coupe le parallèle du jour où vous êtes, et l'heure où il tombe est précisément celle du moment où vous êtes.

Si les lignes d'heures sont tracées sans les parallèles, comme les heures dont les arcs se réunissent au centre du cadran (man. arabe 1148, fol. 2, 6 et 11), placez le fil à plomb sur la hauteur méridienne du soleil le jour où vous êtes; faites mouvoir l'index jusqu'à ce qu'il tombe sur l'extrémité de la 6e heure; fixez-le dans cette position sur le fil à plomb, et lorsque vous aurez pris la hauteur du moment, appliquez le fil à plomb sur le cadran et sur cette hauteur, et regardez l'heure sur laquelle tombe l'index; ce sera l'heure où vous êtes.

Tels sont les principes sur lesquels reposent les opérations que l'on fait avec cette face; quant à ce qui concerne la déclinaison et l'ombre, soit chacune d'elles en particulier, soit toutes les deux ensemble, cela n'exige plus d'explication.

cadran, BD la ligne sur laquelle sont les deux pinnules [1]; menez par le point A la ligne AE parallèle à BC, et la ligne AG parallèle à BD; prenez pour arc de hauteur un arc quelconque HT; que les nombres correspondant aux divisions de cet arc commencent à la ligne AG; que la ligne AT soit divisée en 60 parties, à partir du point A, et qu'on y marque les degrés et les nombres qui leur correspondent, comme on le voit dans la figure [2].

Recourez alors à la table des sinus des arcs [3] et prenez-y le sinus d'un degré 1^p 3^m environ; puis posez le bord de la règle sur la limite du premier degré de l'arc et sur celle de 1^p 3^m de la ligne AT, et menez de l'arc à la ligne AT une parallèle à AH.

Prenez de même dans la table des sinus le sinus de deux degrés, qui est 2^p 6^m environ, et, posant le bord de la règle sur la limite de 2 degrés et sur celle de 2 parties 6 minutes, menez par ces deux points de l'arc à la ligne AT une parallèle à la ligne AH, et continuez la même construction pour le reste des degrés de l'arc. Nous ferons seulement observer que, quand l'instrument est petit, on ne peut mener toutes ces parallèles sans exception, parce qu'en approchant de l'extrémité de l'arc elles se resserreraient tellement, qu'il n'y aurait plus entre elles de distance sensible. Ainsi, pour un petit instrument, il faudra mener ces parallèles (non par les limites des degrés de l'arc, mais) par les limites des parties de la ligne AT; et à cet effet on prend dans la table des arcs des sinus [4] l'arc qui répond à une partie ou soixantième du sinus total, savoir 0° 57′, et, posant la règle sur la limite de

[1] الهدفتان. Manuscrit arabe 1148, fol. 17.

[2] Voyez les planches, fig. 11.

[3] J. J. Sédillot, trad. d'Aboul-Hhassan, t. Ier, p. 103.

[4] *Id.* t. Ier, p. 121.

la première partie de la ligne AT et sur celle de l'arc de 0° 57′, on mènera par ces deux points de l'arc à la ligne AT une parallèle à la ligne AH; ensuite on prendra dans la même table l'arc correspondant à deux parties du sinus total, savoir 1° 55′, et, posant le bord de la règle sur les deux points de limites correspondant à ces deux quantités, on mènera la parallèle à la ligne AH, opération que l'on exécutera de même pour les autres parties de la ligne AT.

On peut aussi mener ces parallèles, soit qu'elles partent des limites des parties de la ligne AT ou de celles des degrés de l'arc HT, sans avoir recours à la table des sinus des arcs ni à celles des arcs des sinus, et cela en menant par les limites de la ligne ou de l'arc, suivant l'occurrence, des parallèles à la ligne AH; seulement l'opération est plus facile quand on les fait partir des limites des parties de la ligne AT, et plus difficile quand on les fait partir des limites des degrés de l'arc.

Ces premières opérations terminées, décrivez du point A comme centre, avec un rayon de 24 parties de la ligne AT un arc compris entre AT et AH, et nommez cet arc l'*arc de l'obliquité de l'écliptique*.

Procédons ensuite au tracé des étoiles et prenons pour exemple l'*aigle tombant* (α de la Lyre ou *véga*) [1].

La déclinaison de l'*aigle tombant* est de 38° 27′ [2]. Prenez sur l'arc HT un arc égal à cette déclinaison, et par le point de limite abaissez sur AT une ligne occulte parallèle à AH; puis du point A comme centre, avec un rayon égal à la distance de ce point à la ligne occulte, décrivez un arc occulte compris entre AT et AH; cet arc sera le parallèle de l'*aigle tombant*.

[1] النسر الواقع — [2] Aboul-Hhassan, t. Ier, p. 197.

Prenez alors le co-ascendant[1] de l'*aigle tombant*, qui est de 1° 53', et, posant le bord de la règle sur le point correspondant de l'arc HT et sur le centre du cadran, marquez le point où il rencontre le parallèle de l'*aigle tombant;* ce point sera (la projection) de l'*aigle tombant*. Mettez un astérisque sur ce point, pour écrire auprès le nom de l'étoile, lequel se place du côté du centre si la déclinaison est boréale, et du côté de l'arc si elle est australe.

Si le co-ascendant de l'étoile proposée est plus grand que 90° et plus petit que 180°, prenez sa différence à 90°, et, posant le bord de la règle sur le point correspondant de l'arc (HT) et sur le centre du cadran, marquez d'un astérisque le point où il coupe le parallèle de l'étoile, et, de plus, écrivez auprès de cet astérisque le nombre 1, en lettre alphabétique[2].

Si ce co-ascendant est compris entre 180° et 270°, prenez sa différence à 180°, et après avoir fait ce qui a été dit, mettez auprès de l'astérisque le nombre 2[3] au lieu de 1.

Enfin, si ce co-ascendant est compris entre 270° et 360°, prenez sa différence à 270°, et après avoir fait ce qui a été dit, mettez auprès de l'astérisque le nombre 3[4].

Après cela tracez la ligne de l'ashre de la manière suivante :

Menez par la limite des cinq premiers degrés de l'arc HT une ligne occulte parallèle à AH et prolongée jusqu'à la ligne AT; puis, du point A comme centre, avec un rayon égal

[1] Aboul-Hhassan, t. Ier, p. 276.

[2] Man. arabe 1148, fol. 19 : وتعلم مع تقاطع حرفها مع مدار الكوكب علامة وهذه العلامة هى علامة الكوكب وتكتب عندها آ بالجمل. — حساب الجمل est opposé à حساب الهند ; Silvestre de Sacy en a fait la remarque dans sa Grammaire, 2e édition, t. Ier, pag. 89. L'illustre orientaliste ajoute que cette dénomination est quelquefois employée comme synonyme de أَبْجَد.

[3] اثنين بالجمل.

[4] ثلثة بالجمل.

à sa distance à l'extrémité de la ligne occulte, décrivez un arc occulte compris entre AH et AT; ensuite prenez la hauteur de l'ashre pour cinq degrés [1], savoir : 4° 36'; prenez sur HT l'arc correspondant à cette hauteur, et, par la limite de cet arc, menez une ligne occulte parallèle à AH et prolongée jusqu'à l'arc occulte; faites une marque à ce point de rencontre: cette marque indiquera l'ashre du maximum ou de la hauteur méridienne [2] de cinq degrés.

Menez de même, par l'extrémité de l'arc de dix degrés de HT, une ligne occulte parallèle à AH et prolongée jusqu'à la ligne AT; décrivez du point A comme centre, avec un rayon égal à la distance de ce point à l'extrémité de la ligne occulte, un arc occulte compris entre AH et AT; prenez la hauteur de l'ashre du maximum de 10°, laquelle est de 8° 31' [3]; prenez sur HT l'arc correspondant à cette hauteur; par son extrémité menez une ligne occulte parallèle à AH et prolongée jusqu'au second arc occulte; faites une marque au point de rencontre sur cet arc: cette marque sera celle de l'ashre pour le maximum ou la hauteur méridienne de 10°.

Continuez de même à marquer les ashres pour les autres maximum de 5° en 5°; joignez les marques qui se suivent par des lignes droites, et la ligne formée par toutes ces lignes de jonction sera celle de l'ashre pour tous les lieux du monde.

Vous tracerez de la même manière la ligne de la fin de l'ashre pour les mêmes lieux.

Ces constructions (ou tracés) sont celles dont on ne peut se passer sur la face dont il s'agit; on y a aussi tracé quelquefois des choses qui ne sont pas de nécessité absolue, attendu que

[1] Voyez J. J. Sédillot, trad. d'Aboul-Hhassan, t. Ier, pag. 271. — [2] الغاية. — [3] Man. arabe 1148, fol. 20. La table porte 32.

ce que nous avons donné peut y suppléer; par exemple, on mène des limites de 5° en 5° de l'arc, des droites parallèles à AT et prolongées jusqu'à la ligne AH; or, la manière de tracer ces lignes devient manifeste par ce que nous avons dit précédemment; de même on décrit du centre du cadran des cercles concentriques passant par les points de rencontre de ces mêmes lignes avec la ligne AH, etc. Il est inutile que nous nous arrêtions plus longtemps sur ce sujet.

Nous venons de faire connaître la seconde face du quart de cercle qui porte le nom de *quart du destour;* le destour est lui-même un instrument qu'il importe de décrire; nous passerons ensuite à la face à sinus du cadran d'Arzachel et à un autre instrument ou demi-cercle qui supplée le quart du destour, et dont l'usage est même plus étendu.

1° Voici comment on construit le destour[1] : Le destour.

Décrivez sur un plan trois cercles concentriques; menez dans le plus grand de ces cercles deux diamètres qui se coupent à angles droits; laissez entre ce grand cercle et le moyen un intervalle suffisant pour y écrire les nombres de cinq en cinq degrés, et, entre le moyen et le plus petit, l'intervalle nécessaire pour y marquer les degrés; nommez l'un des deux diamètres *ligne méridienne,* et l'autre *ligne d'est et ouest.* Divisez chacun des cadrans du petit cercle en 90 parties égales; marquez les degrés, et sur ceux de chaque cadran mettez les nombres, en commençant à compter pour chacun de la ligne d'est et ouest et en finissant à la ligne méridienne.

Par la limite de chaque degré du cadran sud-est menez, parallèlement à la ligne d'est et ouest, des droites prolongées jusqu'au cadran sud-ouest, et, par la limite de chaque degré

[1] Man. arabe 1148, fol. 21 : فى كيفيه وضع الدستور والوجه الجيبى من الربع الزرقالى.

du cadran nord-est, menez, parallèlement à la ligne d'est et ouest, des droites prolongées jusqu'au cadran nord-ouest.

De même, par la limite de chaque degré de la moitié méridionale, menez, parallèlement à la ligne méridienne, des droites prolongées jusqu'à la moitié septentrionale.

Placez ensuite le cercle de l'obliquité de l'écliptique de la manière suivante :

Par la limite de 23° 35′ de l'un des cadrans, menez une droite parallèle à la ligne d'est et ouest, et faites une marque au point où elle coupe la ligne méridienne; puis du centre du cercle divisé, avec un rayon égal à sa distance de cette marque, décrivez un cercle qui sera celui de l'obliquité de l'écliptique.

Du centre du cercle divisé avec un rayon égal à la distance de chacun des points d'intersection de la ligne méridienne et des lignes menées par les degrés du cadran, décrivez autant de cercles, et ensuite joignez par des droites les limites de chaque degré multiple de cinq avec le centre.

La construction du destour n'offre aucune difficulté; mais nous avons trouvé sur cet instrument [1] des détails intéressants dans le manuscrit arabe n° 1103 de la Bibliothèque du roi [2], et nous allons les rapporter.

[1] Voyez les planches, fig. 12.

[2] Ce manuscrit arabe, qui forme un volume in-folio de 302 pages, est intitulé : كتاب ارشاد السايل الى اصول المسايل الامام العالم العلامة شهاب الدين احمد بن رحيه الطنبغا المجدى الشافعى « Institutions mathématiques pour celui qui « veut connaître les principes sur lesquels « repose la solution des questions, par le très- « savant imam Chehab-eddin Ahmed ben- « Rahhiah Tanboghah al-Majdi al-Schafei. » C'est un commentaire d'un ouvrage sur la science des temps علم المواقيت, composé par le savant imam Abou-Abd-al-Rahhman Abdallah al-Mardini (de Mardin) al-Schafei الامام العالم العلامة ابو عبد الرحمن عبد الله المرديني الشافعى, et intitulé : *Analecta pretiosa*, در منثور فى العمل بربع الدستور « Perles répandues sur l'usage du « cadran destour. » Abd-al-rahhman explique dans ce livre la construction des heures et des lignes de l'augment de l'arc

L'auteur, après avoir exposé dans sa préface quelques notions de géométrie et d'astronomie nécessaires pour l'intelligence de l'ouvrage et des termes techniques, traite dans son premier chapitre du cadran destour et s'exprime ainsi [1] :

« Le quart de cercle est la figure comprise entre un arc de « cercle et deux lignes perpendiculaires entre elles et se ren- « contrant en un point qu'on nomme le centre du cadran.

« *Description du cadran destour.* — Le centre est un petit trou « dans lequel on place un fil [2]; l'arc de hauteur est un arc « compris dans le cadran, lequel est divisé en 90 parties éga- « les, dont les nombres sont marqués de deux manières, c'est- « à-dire : 1° en prenant une des extrémités pour point de départ; « 2° en prenant de même l'autre extrémité en sens inverse.

« Les deux rayons extrêmes se nomment, l'un cosinus et « l'autre sinus total et sexagène, et chacun d'eux est divisé en « 60 parties égales; on écrit les nombres dans les deux sens.

« Les sinus sont des lignes menées des deux rayons extrê- « mes sur l'arc, savoir : le mebsouth [3] qui est parallèle au co- « sinus, et le menkous [4] qui est parallèle au sinus total.

« Le fil est connu.

« Le muri [5], *indicateur* (ostendens), est un petit noyau ou « globule attaché au fil et qui peut le parcourir du centre à « l'arc; les rayons [6] et les parallèles [7] peuvent être remplacés

de révolution sur des plans parallèles, inclinés ou perpendiculaires à l'horizon. L'ouvrage est divisé en soixante chapitres, outre la préface et la conclusion; il a été composé à la prière d'Abou al-lemen Fetahh-eddin, *conseiller du divan au Caire* صاحب دواوين الانشاء بالديار المصرية.

L'ordre que suit le commentateur consiste à rapporter phrase par phrase le texte entier de l'auteur et à expliquer successivement ses propositions; ainsi on pourrait reprendre le texte primitif et le publier séparément.

[1] Man. arabe 1103, fol. 25.

[2] *Ibid.* الخيط.

[3] *Ibid.* مبسوط.

[4] *Ibid.* منكوس.

[5] *Ibid.* مرى.

[6] *Ibid.* أشعة.

[7] *Ibid.* مدارات.

« par le fil et l'indicateur; les deux hadfad ou pinnules[1] sont « deux petits appendices[2] qui s'élèvent sur la surface du cadran « عن شكل الربع; et ce qu'on y place de plus est inutile. »

Le commentateur expose à quels points du ciel répondent les lignes du destour entier (le cercle entier), lorsqu'on pose cet instrument horizontalement, verticalement ou dans un plan incliné, et il fait ensuite observer qu'on y trace aussi quelquefois plusieurs autres arcs, tels que le cercle de l'obliquité majeure, l'arc de l'ashre décrit pour les maximum et autres lignes semblables[3], « quoique tout cela, dit-il, puisse « être bon, ce n'est pas d'une nécessité absolue comme on le « verra par la suite d'une manière évidente. »

Le texte reprend ainsi : « Les explications contenues dans « cet opuscule doivent être rapportées au cadran sexagénal des « deux côtés; si le cosinus était divisé en 90 parties, on y rap-« porterait les parties sexagénales avec l'indicateur, suivant « le besoin. »

Sur cela le commentateur fait remarquer que, dans le cadran destour, les sinus mebsouth et menkous sont chacun au nombre de 90, puisqu'ils partent des 90° du cadran d'où ils sont abaissés perpendiculairement sur les rayons extrêmes qu'ils divisent en 90 parties inégales; cette construction porte le nom de cadran nonagésimal; mais si, au contraire, on mène ces sinus à partir des soixante divisions des rayons extrêmes, le cadran se nomme sexagésimal : on réunit ces deux cadrans en un seul, qui est sexagésimal par rapport à un des rayons extrêmes, et nonagésimal par rapport à l'autre.

Au chapitre second[4] nous lisons ce qui suit : « La hauteur

[1] Man. arabe 1103, fol. 25 : هدفنان.

[2] *Ibid.* هظبتان.

[3] *Ibid.* f. 27: كدايرة التجييب والتقويس وكدايرة الميل الاعظم وقوس العصر المرسوم على الغايات ونحوها.

[4] Man. arabe 1103, fol. 29.

« est un arc de cercle qui passe par les deux pôles de l'horizon, « compris entre l'horizon et le degré dont on prend la hauteur[1]. « Pour déterminer la hauteur du soleil, prenez le cadran et « placez-le de manière que le bord qui n'a pas de pinnules soit « dirigé vers le soleil, et faites-le tourner jusqu'à ce que la « pinnule inférieure soit dans l'ombre de la pinnule supé-« rieure, sans que le fil entre dans le cadran ou en sorte, et de « manière que la surface du cadran ne soit ni ombrée ni « éclairée, et que le fil soit muni d'un poids afin que l'air ne « le fasse pas mouvoir ; alors la partie de l'arc séparée par le « fil du côté de la ligne sans pinnules sera la hauteur.

« Pour un point *non lumineux*[2], placez les deux pinnules du « cadran entre votre œil et la chose dont vous prenez la hau-« teur, et tournez l'instrument jusqu'à ce que l'objet soit sur « l'alignement des deux pinnules ; alors le fil à plomb mar-« quera la hauteur de l'arc ou sa dépression, si la pinnule la « plus élevée est de votre côté. »

L'auteur indique ensuite comment l'on peut trouver par le destour : 1° les sinus, cosinus et corde d'un arc, et réciproquement[3]; 2° le sinus verse d'un arc et réciproquement[4]; 3° les deux ombres (horizontale et verticale) de la hauteur[5]; 4° une ombre par l'autre[6]; 5° la hauteur par l'ombre[7]; 6° la hauteur et chacune des deux ombres d'après leur somme[8]; 7° le diamètre de l'ombre d'après la hauteur et réciproquement[9]; 8° la conversion des ombres entre elles[10]; 9° l'obliquité première[11]; 10° l'obliquité seconde[12]; 11° la déclinaison d'une

[1] Voyez la figure tracée dans le ms.

[2] Man. ar. 1103, f. 29 : التى لاشعاع لها.

[3] *Ibid.* fol. 30.

[4] *Ibid.* fol. 31.

[5] *Ibid.* fol. 32.

[6] *Ibid.* fol. 38.

[7] Man. arabe 1103, fol. 40.

[8] *Ibid.* fol. 43.

[9] *Ibid.* fol. 45.

[10] *Ibid.* fol. 47.

[11] *Ibid.* fol. 48.

[12] *Ibid.* fol. 53.

étoile d'après sa latitude [1]; 12° la latitude d'un lieu d'après la hauteur méridienne et l'obliquité de l'écliptique [2]; 13° la hauteur méridienne et l'obliquité de l'écliptique l'une par l'autre, et la latitude du lieu [3]; 14° l'amplitude ortive [4]; 15° la hauteur qui n'a pas d'azimut [5]; 16° le degré (de déclinaison) d'après l'obliquité, l'amplitude ortive ou la hauteur qui n'a pas d'azimut [6]; 17° l'amplitude ortive et la hauteur qui n'a pas d'azimut l'une par l'autre, et par la latitude, et l'obliquité d'après chacune d'elles [7]; 18° le diamètre d'un parallèle [8]; 19° l'ashle [9]; 20° la différence ascensionnelle [10]; 21° les deux arcs diurne et nocturne [11]; 22° l'arc de révolution et son augment d'après le sinus de direction [12]; 23° la hauteur par l'augment de l'arc de révolution [13]; 24° l'arc de révolution et son augment dans un lieu autre que le nôtre, lorsqu'il est connu chez nous [14]; 25° la hauteur de l'ashle et l'augment de son arc de révolution, avec le temps qui s'écoule entre l'ashre et le coucher [15].

L'auteur s'occupe ensuite de la détermination des deux *hhissahs* (quantités) de l'aurore et du crépuscule, et ce passage est assez intéressant pour que nous en donnions la traduction :

« Le crépuscule, dit-il, est la rougeur qui reste sur l'horizon « occidental après le coucher du soleil, et l'aurore est la blan- « cheur qui paraît sur l'horizon oriental, à la fin de la nuit;

[1] Man. arabe 1103, fol. 55 et les figures du manuscrit.
[2] *Ibid.* fol. 59.
[3] *Ibid.* fol. 63.
[4] *Ibid.* fol. 64.
[5] *Ibid.* fol. 67.
[6] *Ibid.* fol. 69.
[7] *Ibid.* fol. 70.
[8] *Ibid.* fol. 71.
[9] *Ibid.* fol. 74.
[10] Man. arabe 1103, fol. 77 : فى معرفة نصف التعديل وهو قوس من مدار الجز فيها بين قطر المدار والافق وهو الفضل بين نصف قوس الجزء و ص . On dit aussi تعديل نصف النهار, Aboul-Hhassan, t. Ier, p. 211.
[11] *Ibid.* fol. 80.
[12] *Ibid.* fol. 83.
[13] *Ibid.* fol. 87.
[14] *Ibid.* fol. 89.
[15] *Ibid.* fol. 90.

« ces deux (phénomènes) proviennent de l'introduction dans « les rayons solaires des vapeurs qui s'élèvent de la terre, et les « opinions des observateurs sur ce sujet sont fort différentes « entre elles. Les anciens ont dit que le crépuscule finit lorsque « le soleil est à 18° au-dessous de l'horizon, dans le cercle qui « passe par cet astre et par les deux pôles de l'horizon, et que « l'aurore commence lorsque le soleil est de même à 18° au- « dessous de l'horizon, dans les mêmes cercles de hauteur « *mais quelques-uns d'entre les modernes ont dit autrement*[1]. »

« C'est ainsi, ajoute le commentateur, qu'Abou Ali de Maroc « et ceux qui l'ont suivi, comme Ebn Simeioun, Almezi et « autres[2], ont pensé que le crépuscule était à 16° et l'aurore à « 20° du cercle de hauteur; ce qu'ont prouvé plusieurs des plus « habiles des modernes, tels que le cheikh très-illustre et très- « éminent Ala Eddin, connu sous le nom d'Ebn Schathir[3], « dont le sentiment a été adopté par beaucoup d'astronomes, « savoir : Nasir al-Thousi, Al-Mouvayad al-Oredhi, Aboulwéfa- « al-Bouzdjani, Al-Birouni et autres savants[4], dans les années « postérieures; car ils ont trouvé 18° pour le temps le plus « éclairé[5], et 20° pour le temps le moins éclairé[6]; or 18° sont « au-dessous du *khissah*, et 20° sont au-dessus. » Le texte porte ensuite : « La vérité est que l'augmentation ou la diminution, « selon les latitudes, provient de la pureté de l'atmosphère[7]

[1] Man. arabe 1103, fol. 92. Voyez la figure qui s'y trouve tracée.

[2] *Ibid.* ابو على المراكشى ومن تابعه كابن سمعون والمزى وغيرهما.

[3] الشيخ الامام الفاضل علا الدين الشهير بابن شاطر

[4] Manusc. arabe 1103, fol. 92 : كالناصر الطوسى والمويد العرضى وابو الوفا البيرونى والبوزجانى وغيرهم من ايمة الرصد

Il y a dans cette partie du texte une erreur évidente que M. Reinaud a bien voulu reconnaître avec nous ; il faut lire : Abou Rihan Albirouni, et Aboulwefa al-Bouzdjani.

[5] Man. ar. 1103, fol. 93 : وقت اسفار, *tempus nitoris*.

[6] *Ibid.* وقت غلس, *tempus finis tenebrarum.* غلس s'emploie souvent pour exprimer *la nuit* même.

[7] *Ibid.* صفا الجوّ.

« ou de son impureté[1]; ou de la force des vapeurs ou de leur « faiblesse; de l'épaisseur de l'air ou de sa ténuité; de la pré-« sence ou de l'absence de la lune, et de la faiblesse ou de la « vivacité de la vue de l'observateur; or ceux qui ont établi le « vrai dans cette science ont pris 17° pour le crépuscule, et « 19° pour l'aurore. » — « Ce sont, dit le commentateur, ceux « que nous venons de nommer, et, en outre, le cheikh « Schems Eddin Ebn Algharoubi, Abou Taher et autres[2]. »

« Ainsi, reprend le texte, on mettra 17° pour le *hhissah* (la « quantité) du crépuscule, et 19° pour celui de l'aurore[3]. » L'auteur indique ensuite comment on les détermine par le destour; puis, au moyen de cet instrument, il cherche la grandeur des heures de temps et le nombre des heures égales du jour, ainsi que ce qu'il y a d'écoulé de chacune d'elles[4]; l'azimut d'après son *hhissah* et son équation[5]; la corde du parallèle et son azimut[6].

« La corde du parallèle[7], dit-il, est une ligne menée du lieu « de la hauteur méridienne du degré dans le plan du méridien, « perpendiculairement à la commune section du plan du pa-« rallèle et de l'horizon, et c'est le sinus verse de la moitié de « cet arc (l'arc du parallèle), lorsque le parallèle est coupé par « l'horizon, et lorsque le parallèle est tout à fait au-dessus de « l'horizon, c'est la commune section du plan de ce parallèle « avec le méridien. »

[1] Man. arabe 1103, fol. 93 : كدورته.

[2] *Ibid.* وهم الذين تقدم ذكرهم من الرصّاد وغيرهم كالشيخ شمس الدين ابن الغروبي وابي الطاهر وغيرهما.

[3] Voyez ce que dit Aboul-Hhassan sur ce sujet; trad. de J. J. Sédillot, t. Ier, p. 295 et 298.

[4] Man. arabe 1103, fol. 94. — Pour avoir l'heure qu'il est de jour ou de nuit, divisez l'arc de révolution par le nombre des degrés des heures égales ou de temps dans lesquelles vous comptez. (Voyez aussi Aboul Hhassan, t. Ier, p. 250, et pour la détermination de l'arc de révolution, p. 261 et suiv.)

[5] Man. arabe 1103, fol. 96.

[6] *Ibid.* fol. 100.

[7] *Ibid.* وتر المدار.

L'auteur détermine ensuite par le destour : 1° les points ou degrés de perpétuelle apparition et leur maximum et minimum d'élévation[1]; 2° la hauteur d'après son *hhissah*, et son équation ou son augment de l'arc de révolution, d'après le coascendant de l'azimut; et l'équation du coascendant et autres quantités d'après l'azimut et la latitude[2]. « Le *hhissah* de la hauteur, « dit-il, est un arc du cercle qui passe par les deux pôles de « l'horizon et par le point (ou degré dont il s'agit), ledit arc « compris entre l'horizon et l'équateur; ainsi, quand le soleil « est dans l'équateur, le *hhissah* de la hauteur est la hauteur « même; l'équation de la hauteur est un arc de la hauteur, le- « dit arc compris entre le point et l'équateur; le coascendant « de l'azimut est un arc de l'équateur compris entre le cercle « de hauteur et l'horizon; l'équation du coascendant est un arc « de l'équateur compris entre le cercle de l'obliquité (c'est un « parallèle à l'écliptique) et celui de la hauteur[3]; puis vient « le commentaire avec la figure et l'exposé des opérations par « le cadran destour. »

Ensuite l'auteur montre : 1° comment l'on trouve l'azimut de la kiblah[4]; 2° les quatre points cardinaux[5]; 3° la position de la kiblah, soit qu'elle ait plus ou moins de longitude que le lieu pour lequel se fait l'opération[6]; 4° l'obliquité et l'augment de l'arc de révolution, lorsque la hauteur et l'azimut sont connus[7]; 5° les coascendants des signes dans la sphère droite[8]; 6° l'obliquité d'après le coascendant dans la sphère droite[9]; 7° comment l'on convertit les degrés des coascendants en degrés égaux[10]; 8° comment l'on trouve les coascendants

[1] Man. arabe 1103, fol. 105.
[2] *Ibid.* fol. 109, 121
[3] *Ibid.* fol. 112.
[4] *Ibid.* fol. 121.
[5] *Ibid.* fol. 123.
[6] Man. ar. 1103, fol. 128 : نصب القبلة.
[7] *Ibid.* fol. 130.
[8] *Ibid.* fol 137.
[9] *Ibid.* fol. 143 : من مطالع الفلكية.
[10] *Ibid.* fol. 144 : الى درج السوا.

des lieux terrestres, c'est-à-dire l'arc de l'équateur compris entre la tête du Bélier et l'horizon oriental [1]; 9° les quatre pivots [2], à savoir les quatre points de l'écliptique, dont le premier, qui est dans le méridien, se nomme *médiateur;* le second, qui est à l'horizon occidental, se nomme l'*occase* ou *descendant;* le troisième, qui est dans le méridien au-dessous de la terre, se nomme *al-rabi* [3], et le quatrième, qui est à l'horizon oriental, l'*ortif* ou *ascendant* [4]; 10° le milieu du ciel de l'ascendant et sa hauteur, ainsi que la hauteur de tel point que ce soit de l'écliptique [5]; 11° le coascendant des étoiles et leur degré de passage [6]; 12° les points d'ascension et de descension, savoir : celui qui se lève, et celui qui se couche avec une étoile [7]; 13° le passé (le temps passé ou celui qui reste à écouler de la nuit ou du jour) d'après le point de médiation d'une étoile quelconque, ou d'après son point d'ascension ou de descension, ou d'après sa hauteur [8]; 14° la position حال d'une étoile pour un temps donné [9]; 15° la déclinaison d'un mur [10]; 16° l'extrémité de l'ombre portée sur un plan parallèle à l'horizon dans un temps donné [11]; 17° la grandeur de l'ombre portée sur un plan parallèle à l'équateur, l'azimut de cette ombre, les quatre points cardinaux [12], et le tracé sur ce plan

[1] Man. arabe 1103, fol. 147, 159.

[2] *Ibid.* fol. 159 : الأوتاد.

[3] *Ibid.* الرابع.

[4] *Ibid.* الطالع.

[5] *Ibid.* fol. 161.

[6] *Ibid.* fol. 165.

[7] *Ibid.* fol. 173.

[8] *Ibid.* fol. 174. Si l'on ôte le coascendant du coucher du coascendant de l'étoile, le résultat sera le passé de la nuit au temps de la médiation, ou, si l'on retranche le coascendant de l'étoile du coascendant du lever, on aura le restant de la nuit, si du moins la culmination a lieu de nuit; car si elle a lieu de jour, ce sera le contraire.

[9] Man. arabe 1103, fol. 177.

[10] *Ibid.* fol. 178 : انحراف الحيطان. La déclinaison est l'arc de l'horizon compris entre le méridien et le vertical parallèle au mur, et le complément de cette déclinaison est l'azimut du mur dans le cadran opposé au cadran de la déclinaison.

[11] *Ibid.* fol. 185.

[12] *Ibid.* اخراج الجهات عليه.

des lignes du complément de l'arc de révolution (ces lignes sont celles qui coïncident avec la projection de l'ombre, aux temps correspondant aux divers compléments de l'arc de révolution)[1]; 18° la grandeur de l'ombre portée sur un plan parallèle à un vertical quelconque, l'azimut de cette ombre, sa distance et l'ombre employée[2]; 19° la grandeur de l'ombre portée sur un plan incliné, l'azimut de cette ombre, sa distance et son ombre employée[3]; 20° la hauteur du pôle de l'équateur, et l'arc nommé argument des deux longitudes sur un plan quelconque[4]; 21° les quatre points cardinaux sur un plan quelconque, vertical ou incliné[5].

L'auteur indique ensuite la manière de tracer les heures ou lignes des compléments de l'arc de révolution, sur un plan donné[6].

Nous avons fait remarquer, parmi les usages du destour, la détermination de l'azimut de la kiblah[7]; nous avons trouvé dans le manuscrit persan 173[8] la même détermination par

[1] Man. arabe 1103, fol. 186.

[2] *Ibid.* f. 188 : وسمته وبعده والظل المستعمل فيه.

[3] *Ibid.* fol. 194.

[4] *Ibid.* fol. 204 v. Cet argument des deux longitudes فضل الطولين est ici l'arc de l'équateur compris entre le méridien du lieu et celui du plan.

[5] *Ibid.* fol. 211.

[6] *Ibid.* fol. 215. Le manuscrit comprend encore un long commentaire de soixante et seize pages, qui contient toute la gnomonique plane pour les heures égales et inégales, avec des tables et des figures incomplètes. La fin est consacrée à trouver le centre et la longueur du gnomon pour un plan quelconque, sur lequel les heures sont tracées; la hauteur du soleil, lorsque ses rayons tombent sur un lieu auquel on ne peut atteindre; la longueur d'un gnomon vertical طول القائم على سطح افقك et la distance au pied d'un gnomon dont on connaît la longueur; la largeur des fleuves et la profondeur des puits; et la conclusion comprend quelques propositions relatives à la similitude des triangles et aux quantités proportionnelles.

[7] Voyez Caussin, *loc. cit.* p. 70, et sur Fadl ben-Hatem, p. 104.

[8] C'est un traité d'astronomie intitulé : العمدة الايلخانية « la Colonne ilkhanienne, » par علی شاه بن محمد بن قاسم معروف بعلاء المنجم البخاری « Ali-schah ben-Mohammed ben-Kasem, surnommé Olaï al-Munedjim al-Boukhari » (l'astronome de Boukhara). Après l'invocation de la divi-

le cercle indien[1]; comme nous aimons à signaler tous les emprunts qui paraissent avoir été faits à l'Inde par les Arabes, nous avons traduit avec empressement le passage qui peut donner une idée exacte de la construction et de l'emploi de ce cercle.

L'auteur persan s'exprime ainsi : « Lorsqu'on veut avoir l'a« zimut de la kiblah, il faut d'abord connaître la ligne du *zaoual* « ou ligne méridienne de la ville proposée, puis sa longitude « et sa latitude.

« Pour tracer la ligne méridienne, on prépare un tertre « plan[2] ou petite butte de terrain, nivelé de manière que si « l'on verse de l'eau au milieu, elle s'écoule également de tou« tes parts, sans qu'il y ait plus d'inclinaison d'un côté que « de l'autre.

« On trace ensuite un cercle en cet endroit, et l'on pose « au centre du cercle un gnomon élevé, au-dessus du plan, « de la quantité d'un cadran ou d'un quart du cercle. Il faut

nité et les louanges du prophète, la préface porte ce qui suit :

« Voici ce que dit l'astronome Ali-schah, « fils de Mohammed, fils de Kasem de Bou« khara, surnommé Olaï ; que Dieu le pré« serve de tous les accidents de la fortune :

« Les éléments du soleil et de la lune, « de Mars, de Vénus et de Mercure, et du « nœud ascendant de la lune sont tirés des « tables ilkhaniennes, et sont fondés sur « les observations de notre grand maître, « le prince des savants et des sages, le plus « habile d'entre les modernes, Nasir-eddin « Thousi (le texte porte ناصر الملة والحق « والدين, *adjutor sectæ, veritatis et reli« gionis*) ; les éléments de Saturne, de la « table estimée de Sangiari ازيج معتبر « سنجرى ; et les éléments de Jupiter, de la « table de notre maître Gelal-eddin, qui « fit dans la ville de Boukhara ses observa« tions, et qui remarqua deux fois la con« jonction de Jupiter avec Saturne, la pre« mière dans le Verseau, la seconde dans « la Balance. »

Le manuscrit est composé de deux parties principales divisées en chapitres, et les chapitres en sections, selon l'exigence des choses. Ali-schah termine par une formule ordinaire chez les écrivains orientaux, en disant qu'il attend de ceux qui jetteront les yeux sur cette table astronomique un souvenir favorable au pauvre auteur.

[1] الدايرة الهندية. Voyez la première partie de ce travail, p. 15 et 30, et Proclus, *Hypothyposes*, pag. 78.

[2] Man. persan 175, fol. 54 : راست.

« apporter beaucoup d'attention à ce que le gnomon soit bien « vertical, ce dont on fait l'épreuve comme il suit :

« On suspend un poids assez pesant[1] à l'extrémité d'une « règle[2], sur laquelle on fait une marque en travers[3]; puis on « pose cette marque sur la pointe du gnomon, et l'on regarde « d'abord d'un premier côté de combien le poids s'éloigne du « gnomon, et l'on refait la même épreuve des trois autres côtés « avec beaucoup de soin, et l'on s'assure que le gnomon est bien « droit, comme on le ferait en élevant un *minareh* ou phare; la « tête du gnomon doit être plus mince que le milieu. Ensuite « on observe l'instant où l'ombre du gnomon entre dans la cir- « conférence du cercle, et l'instant où elle en sort; et l'on divise « l'arc intercepté par ces deux points en deux parties, au moyen « d'une ligne menée de l'extrémité nord ou du centre; c'est la « ligne méridienne; on tire ensuite une ligne droite entre le « point d'entrée et le point de sortie; c'est la ligne d'est et ouest; « et l'on a les quatre points cardinaux[4].

« Quant à l'azimut ou région de la kiblah, on le détermine « d'après la longitude et la latitude de la Mecque; elles sont, « d'après les observations des anciens de 77° 10′ à l'est des îles « Fortunées, et de 21° 40′ au nord de l'équateur[5]. Il y a huit cas « différents selon que la longitude et la latitude du lieu où l'on « est sont égales ou non à celles de la Mecque, et, dans cette « dernière supposition, de même signe ou de signe contraire. »

[1] Man. pers. 175, fol. 54 : معره ثقيل.

[2] *Ibid.* جوب.

[3] *Ibid.* برعرض. C'est donc une règle sur la largeur de laquelle on trace une ligne.

[4] Ou bien encore, lorsque le gnomon est dressé on prend une hauteur orientale du soleil, et l'on fait au même instant une marque sur l'extrémité de l'ombre; et le même jour on prend une hauteur occidentale égale à la hauteur orientale, et l'on fait de même une marque à l'extrémité de l'ombre; on partage en deux l'arc compris entre les deux marques, comme nous l'avons dit, et l'on détermine ensuite les quatre points cardinaux.

[5] Aboul-Hhassan, t. Ier, p. 202 et 317.

Vient ensuite la méthode de calcul que voici, appliquée à la position de Hamadan, dont la longitude et la latitude sont plus grandes et de même signe que celles de la Mecque[1]:

« On prendra un cercle[2] qui représentera l'horizon et la li- « gne méridienne, et qui sera divisé en quatre cadrans; l'arc « compris entre le midi et l'occident, savoir : l'arc DC sera par- « tagé en 90°; la ligne du midi qui va de D en E, savoir : du « midi au centre du cercle qui représente la position du lieu, « sera de même divisée en 90 parties. La ligne du couchant « qui va de C en E, recevra les mêmes divisions. On regardera « ensuite quelle est la différence de longitude entre la ville et « la Mecque, et l'on marquera sur EC le nombre des degrés de « différence, ce sera *la marque de longitude.* On prendra de même « la différence de latitude, et l'on marquera sur ED le nombre « des degrés de différence; ce sera *la marque de latitude.* On tire « de ces deux marques deux lignes droites que l'on prolonge « jusqu'à la circonférence du cercle, et le point F où elles se « coupent est le lieu de la Mecque; ensuite, du point E, centre « du cercle et le lieu de la ville, on mène une droite qui passe « par le point F, et le point où elle touche la circonférence in- « dique l'azimut de la kiblah, du côté du midi.

« Ainsi, soit BD la ligne méridienne et AC l'équateur ou ligne « d'est et ouest, le lieu de Hamadan en E centre du cercle; « l'arc DC divisé en 90°, et la ligne EC, partagée également en « 90 parties; la différence de longitude de la Mecque et de

[1] Man. pers. 173, fol. 55.

Longitude de Hamadan...	83°	Latitude, 35° 10′
de la Mecque..	77° 10′	21° 40′
Différence........	5° 50′	13° 30′

La figure, au lieu de 13° 30′, porte 14° 20′; c'est évidemment une faute. La table qui se trouve à la fin du manuscrit, fol. 132 et suiv. donne les véritables chiffres.

[2] C'est le cercle indien. Voyez les planches, fig. 13.

« Hamadan est de 5° 50′; nous marquons ce nombre en *encre* « *rouge;* la différence de latitude de la Mecque et de Hamadan « est de 13° 30′ : nous la marquons de même en *encre rouge.*

« Nous menons de la marque de longitude sur la ligne méridienne une droite à la circonférence du cercle, et une autre « de la marque de latitude qui est sur l'équateur. Le point d'intersection de ces deux lignes donne la distance de Hamadan « à la Mecque; et la droite menée du centre au point de rencontre des deux lignes, et prolongée jusqu'à la circonférence, « marque l'azimut de la kiblah; le degré sur lequel elle tombe « donne en même temps la quantité de cet azimut: c'est cette « quantité qu'on appelle *inhiraf* ou déclinaison [1], à partir du « midi de l'arc de l'horizon, et le surplus du cadran jusqu'au « point ouest, est le complément de cette déclinaison.

« L'azimut de la kiblah, ainsi déterminé pour la ville de « Hamadan, est méridional, ce qui est évident. »

Ali schah, contemporain de Gelal-eddin, qui florissait au XIII[e] siècle, n'est pas le seul auteur qui ait fait mention du cercle indien; on le trouve indiqué dans les chapitres XI et XII d'Ebn Jounis, que J. J. Sédillot, mon père, nous a conservés [2], et l'on sait qu'Ebn Jounis écrivait son grand ouvrage à la fin du X[e] siècle de notre ère. Après avoir fait remarquer que l'ombre projetée par un gnomon perpendiculaire ne correspond pas à la hauteur du centre du soleil à l'instant de l'observation, il recommande l'emploi de tablettes de marbre blanc, et, en traitant de la détermination de la hauteur méridienne du soleil, il s'exprime ainsi : « Après avoir un certain jour tracé la ligne « méridienne avec le cercle indien, placez-y le lendemain un

[1] Man. persan 173, fol. 55 : انحراف.

[2] Delambre, *Histoire de l'astronomie au moyen âge*, pag. 102; toute cette partie de l'ouvrage de Delambre relative à Ebn Jounis a été communiquée à ce savant par J. J. Sédillot.

« gnomon, et prenez avec soin la hauteur du soleil au moment « où l'ombre du gnomon se projettera sur la méridienne; ce que « vous obtiendrez sera la hauteur méridienne de ce jour; cor- « rigez-la de la parallaxe, si l'instrument dont vous vous servez « le comporte; ou autrement laissez-la telle qu'elle est, etc. »

Aboul Hhassan [1] et Oloug Beg [2] se servent de ce même cercle pour tracer la ligne méridienne, mais sans rappeler son origine indienne. « Il y a, dit Oloug Beg [3], plusieurs méthodes « pour trouver la ligne méridienne, mais la plus facile est celle- « ci : on prépare d'abord sur le terrain une aire plane et hori- « zontale telle que, si l'on y répand de l'eau, cette eau s'étende « également de tous les côtés. On vérifie aussi le plan de l'aire « par le procédé suivant : on prend un triangle équilatéral; on « marque d'un trait le milieu de la base et on attache au som- « met un fil à plomb; ensuite on porte le niveau sur l'aire dans « toutes les directions jusqu'à ce que le fil à plomb reste cons- « tamment sur le trait.

« Après cela nous décrivons un cercle sur cette aire, et nous « élevons au centre un gnomon; puis nous marquons le point « d'entrée et le point de sortie de l'ombre; ensuite nous divi- « sons en deux parties égales l'arc compris entre ces deux points, « et nous menons du centre au point d'intersection une ligne « qui est la ligne méridienne. Menant ensuite une perpendicu- « laire à la méridienne, nous avons la ligne équinoxiale ou « d'est et ouest.

« Le temps le plus propre à cette opération est celui où le « soleil est près d'un des deux équinoxes. »

Mouvayad al-Oredhi (manuscrit arabe 1157) parle du

[1] Aboul Hhassan, trad. de J. J. Sédillot, t. II, p. 417 et 418.

[2] Man. persan 164; c'est le manuscrit d'Oloug Beg, dont nous publierons incessamment le texte et la traduction.

[3] Man. persan 164, fol. 21.

cercle indien dans les termes suivants[1] : « Il est nécessaire, « lorsqu'on place des instruments, de déterminer d'abord la « ligne méridienne du lieu où l'on observe; les moyens d'y « parvenir sont nombreux et faciles; mais la meilleure méthode, « à notre avis, est celle employée par les anciens et connue sous « le nom de *cercle indien*. Il faut surtout la pratiquer lorsque le « soleil est dans l'un des tropiques, l'opération étant alors beau- « coup plus juste que dans tout autre temps. La voici : Prenez « un carré de marbre, de pierre ou de bois; égalisez-en la su- « perficie autant que possible et placez-la parallèlement à l'ho- « rizon; tracez-y plusieurs cercles concentriques, afin qu'ayant « manqué de marquer l'entrée de l'ombre sur un de ces cercles, « l'autre puisse le remplacer; posez au centre des cercles un « style (*mekyas*) de la longueur du quart du diamètre du plus « grand cercle tracé sur le carré, si l'opération a lieu pendant « l'hiver, et du tiers, si elle a lieu pendant l'été. Ce style sera « de cuivre ou de bois; s'il est de cuivre, il se tient par son « propre poids; s'il est de bois, vous le creusez à sa base et vous « y coulez du plomb, pour qu'il ne vacille point; vous mar- « querez sur la circonférence des cercles les points d'entrée et « de sortie de l'ombre, ainsi que sa largeur; la ligne que vous « tirerez ensuite et que vous ferez passer par le milieu de l'arc « de cercle compris entre ces deux points sera la ligne méri- « dienne. » — Mouvayad al-Oredhi, en disant que c'est par le cercle indien qu'on réussit le mieux à déterminer la ligne méridienne, ne fait point assurément preuve d'une véritable science, et ce passage pourrait donner une idée fort médiocre

[1] Man. arabe 1157, fol. 41 et 85. Jourdain, *Mémoire sur l'observatoire de Meragah*, pag. 17. On trouve également cet instrument الدايرة الهندية, mentionné dans un manuscrit apporté de Constantine à M. Arago, comme servant à indiquer les heures consacrées à la prière. — Voyez aussi plus bas, p. 53.

des travaux astronomiques des Arabes, si nous ne savions aujourd'hui qu'ils faisaient usage du gnomon à trou, ainsi qu'on le verra plus loin. Ce qu'il nous importait de constater, c'était l'emploi fréquent de ce cercle auquel on attribue une origine indienne; et cependant on a déjà pu reconnaître que la description qui en est donnée par les auteurs arabes et persans se rapporte en tous points à celle de Proclus. Pourquoi donc cette dénomination de *cercle indien*, appliquée à un instrument connu des Grecs du ve siècle? Est-il donc réellement un emprunt fait aux Indiens [1]? C'est ce dont il est permis de douter, et nous aurons bientôt l'occasion de traiter plus à fond cette question.

Revenons maintenant au quart de cercle des Arabes et à la description de la face à sinus du cadran d'Arzachel [2]:

Face à sinus du cadran d'Arzachel.

Prenez un quart de cercle de la forme ordinaire [3], soit ABC l'une de ses deux faces, et le point M le centre de l'arc BC. Par le point M, menez MD parallèle à AB, cette ligne sera celle que l'on nomme *côté septentrional;* par le même point M, menez MC perpendiculaire à MD, cette ligne sera celle qu'on nomme *côté occidental.*

Après cela, creusez une rainure rectangulaire qui traverse jusqu'à l'autre face sur une longueur MI et une largeur MV, dont les arêtes soient bien parallèles comme dans le *mithmar* [4], et que la branche extérieure de cette rainure soit assez forte pour ne pas casser; ensuite adaptez à cette rainure un *mugerrih* [5]

[1] *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* (10 décembre 1838), Rapport de MM. Arago et Mathieu sur le Mémoire de M. Am. Sédillot.

[2] Voyez le petit traité *du quart de cercle*, qui se trouve dans les mss. latins n°s 7195 et 7336 de la Bibliothèque du roi.

[3] Voyez les planches, fig. 14.

[4] Man. ar. 1148, fol. 22 : ويكون سطح وجهه متوازى الاضلاع ويكون عمقه على شكل مطمر. Ce doit être une règle à coulisse.

[5] *Ibid.* وتركب فى هذا الفراض مجره, *indicateur mobile* ou *curseur.*

qui puisse s'y mouvoir facilement et ne soit pas fixe sur la surface du quart de cercle; puis posez sur le bord de cet indicateur, adjacent au côté septentrional, un clou T dont la longueur est fort petite; après cela soit ID le double de IG ou environ; percez entre les arcs IL et DN (man. DG), dont le centre est en M, une ouverture qui occupe tout l'espace compris entre ces deux arcs, et dans laquelle vous adapterez un autre mugerrih (indicateur mobile) de la forme IS et qui pourra parcourir toute cette rainure.

Décrivez alors l'arc de hauteur (GG') tel que vous le voyez dans la figure (c'est-à-dire composé de trois arcs concentriques pour marquer les nombres et les divisions des degrés), et soit IO (c'est-à-dire la longueur du mugerrih) de $47 \frac{1}{6}$ des parties, dont l'arc IL comprend 90 (savoir : de 47° 10') double de l'obliquité de l'écliptique (23° 35'); divisez l'arc IO en deux parties, et posant le bord de la règle sur le centre et sur le point de division, menez la ligne FQ, qui partage sur sa largeur le mugerrih en deux parties égales; puis procédez à la division du mugerrih; pour cela décrivez-y du centre M, avec un arc (*io*) assez distant de l'arc IO, pour y marquer les divisions des degrés, et un autre arc (*ds*) semblablement placé par rapport à l'arc DS, et de suite, deux autres arcs *i'o'* et *d's'*, placés de manière qu'on puisse écrire les nombres des divisions dans l'intervalle qui les sépare chacun de l'un des précédents (*io* et *ds*); puis divisez en deux parties égales l'espace qui sépare les deux derniers arcs décrits, et par le point de division I', faites passer un arc qui partagera sur sa longueur le mugerrih en deux parties de la même largeur.

Enfin divisez l'arc FO en 23 parties 35', et de même chacun des arcs FI, QD, QS en commençant la division de ces quatre arcs à la ligne FQ; puis posez le bord de la règle sur le

centre et sur chaque point de division (de l'arc IO), et menez des lignes de division entre IO et *io* et entre DS et *ds*, et écrivez les nombres, comme vous le voyez sur la figure (après avoir prolongé de part en part les lignes de division qui leur correspondent, lesquelles lignes sont aussi relatives aux signes), dont vous écrirez les noms de manière que le commencement de l'Écrevisse soit sur le bord du mugerrih qui touche le côté nommé septentrional, et le commencement du Capricorne sur l'autre bord du mugerrih[1].

Menez par chaque degré de l'arc de hauteur des droites parallèles au côté (nommé) occidental et prolongées jusqu'au côté septentrional, qu'elles diviseront en parties dont vous marquerez les nombres, en commençant par le côté occidental.

Ensuite sur ces lignes décrivez des arcs (d'ellipse, qui les partagent en parties proportionnelles); que le point G soit le pôle, et le côté occidental le parallèle équinoxial; les autres lignes seront les parallèles des degrés de latitude. Enfin vous marquerez les nombres (des divisions proportionnelles) sur le côté occidental, en commençant par l'arc de hauteur[2].

[1] Man. arabe 1148, fol. 23. Le texte porte le contraire; mais il faut évidemment se conformer à l'ordre suivi dans la figure, et indiqué d'ailleurs par un autre passage du manuscrit. Aboul-Hhassan exprime ainsi (fol. 350) l'usage du cadran d'Arzachel : « En ce qui concerne le matériel « امره, ce cadran se rapporte au cadran « destour et au cadran apparent ظاهر du « shafiah d'Arzachel (dont nous parlerons « plus loin) ; quant au mugerrih placé sur « cet instrument, son objet est évident, et « tel qu'en plaçant le premier point du « Bélier F (fig. 14) sur le degré de sa hau- « teur méridienne dans un lieu quelconque, « tous les autres degrés des signes (du « mugerrih) tombent sur la hauteur méri- « dienne qu'ils ont dans le même lieu. « Quant à la manière dont on déduit la « déclinaison d'un point quelconque de « l'écliptique, la chose est manifeste, puis- « que cela est indiqué par le degré du « cadran auquel il correspond جزأ للمامى. « Quant au mugerrih auquel on adapte « une clavette مسمار et un fil, il sert à « trouver تصرف فى استخراج les déclinai- « sons des étoiles, leur degré de passage, « leur azimut et le sinus verse de leur arc « diurne, toutes choses qui n'ont pas be- « soin d'explication. »

[2] Toute cette partie du manuscrit 1148 était très-difficile à traduire, quoique la

3° De l'instrument qui supplée le cadran destour, et dont l'usage est même plus étendu [1].

Demi-cercle ou instrument qui supplée le cadran destour.

Prenez un demi-cercle de bois dur, bien dressé, muni de deux pinnules aux deux extrémités de l'arc, et soit A le centre et BCD le périmètre.

Creusez sur le bord EG une cannelure قناة KH, TI, LM, NS, et soit cette cannelure parallèle à la ligne EG.

Préparez un morceau de bois (un coulisseau) de la forme de l'intérieur de la cannelure, de manière qu'après être entré par la tête de cette cannelure KH, TI, il puisse la parcourir en entier, et que, quand on le fait mouvoir progressivement [2], au moyen d'une petite chaîne, il ne puisse s'élever au-dessus de la cannelure; fixez sur la partie supérieure de ce coulisseau un appendice [3] dont la tête, lorsque le coulisseau sera placé dans le creux du *mizani* [4], soit dans la ligne BD [5].

La forme de ce coulisseau est représentée en B′, et celle de son appendice en C′.

Après cela, faites sur le centre A un demi-cercle très-proche de la demi-circonférence BCD, puis un autre demi-cercle à une distance convenable de celui-ci, pour écrire les nombres dans l'intervalle, et enfin un autre demi-cercle assez distant du second pour marquer la division en degrés.

Divisez le plus petit de ces trois demi-cercles en 180°,

matière en paraisse assez claire à présent, parce que la rédaction d'Aboul-Hhassan est fort confuse, que la plupart des lettres manquent sur la figure du manuscrit et que quelques-unes sont mises dans le texte l'une pour l'autre.

[1] Man. arabe 1148, fol. 23 : فى صفة وضع الة تغنى ما يفيده ربع الدستور وزياده. Voyez les planches, fig. 15.

[2] حركة سلسله. *d'un mouvement continu.*

[3] زيادة.

[4] فى الحفر الميزانى.

[5] S'il en est ainsi, la ligne IL doit se confondre avec la ligne BD, ou bien l'appendice du coulisseau doit avoir une autre forme que celle indiquée dans la figure du manuscrit. Au reste les deux lignes IL et DB ne sont pas identiques dans la figure.

marquez les degrés, écrivez au-dessus leurs nombres, commençant au point O et finissant au point O′.

Divisez OO′ en 120 parties égales, marquez ces divisions et écrivez leurs nombres au-dessus, en commençant au point O, et finissant au point O′.

Par les divisions de OO′, menez (perpendiculairement à cette ligne) des droites au petit demi-cercle qui est divisé en 180 parties et qui sera le demi-cercle d'opération, les deux autres lui étant subordonnés.

Divisez (le rayon) AC en 60 parties égales, et par chaque division menez des droites parallèles à OO′, prolongées de part et d'autre jusqu'au demi-cercle d'opération.

Après cela, du point A comme centre et avec un rayon égal à sa distance à chaque division de AC, décrivez autant de demi-cercles; puis écrivez sur la ligne AC les nombres des parties en commençant au point A.

Après cela construisez entre les deux pinnules une balance fezarie [1], de manière que la pinnule serve de gnomon.

Ensuite construisez sur l'autre face un tableau qui contienne les coascendants des signes sur les horizons inclinés; décrivez sur cette face un cercle de hauteur; placez-y les astérisques des étoiles d'après leurs coascendants, et placez sur la première face les astérisques des étoiles, comme sur le cadran destour.

Il est essentiel que la majeure partie des étoiles qu'on place sur cet instrument, aussi bien que sur le cadran destour, soient sur l'équateur ou très-près de ce cercle, attendu que, lorsque les étoiles sont sur l'équateur, les calculs où elles servent sont

[1] فزارى. Le mot est écrit avec soin et peut fixer la leçon de fezarie, au lieu de khorarie, employée par J. J. Sédillot dans sa traduction d'Aboul-Hhassan. Cependant M. Quatremère préfère قرارى *karari*, qui offre un sens raisonnable, et l'opinion de ce savant maître a trop de poids pour qu'on ne l'adopte pas.

de la plus grande facilité, et que, selon qu'elles en sont plus ou moins éloignées, les calculs sont également plus ou moins difficiles.

Enfin percez au point A de la planchette un très-petit trou par lequel vous ferez passer un fil, et percez de même l'appendice B′ pour y mettre aussi un fil (ces fils devant vous servir dans vos opérations).

On se sert de cet instrument, par rapport aux sinus[1], comme *de la face à sinus* du destour, et, par rapport aux coascendants (ascensions droites et obliques), comme de la balance fezarie. Il en est de même pour le calcul des doigts d'ombre qui sont entre les deux pinnules.

Pour déterminer l'arc de révolution de la sphère, conduisez le *curseur* jusqu'à ce qu'il y ait entre le point d'attache du fil qui y est adapté et le centre de l'instrument autant de parties du sinus verse (marquées sur *oo′*) qu'il y en a dans le sinus de l'amplitude ortive du jour proposé, et du même côté.

Puis étendez le fil et conduisez-le sur le maximum de hauteur (la hauteur méridienne) du jour dont il s'agit, dans le cadran qui convient à la hauteur, soit au nord, soit au midi. La partie du fil comprise entre le curseur et le demi-cercle sera égale au sinus verse de la partie apparente du parallèle du soleil en ce jour-là.

Ensuite prenez sur les degrés du demi-cercle un arc égal à la hauteur du soleil, à l'instant demandé, et suivez par *le sinus,* mené de l'extrémité de cet arc, parallèlement à la ligne des sinus verses, jusqu'au fil; fixez l'index sur le point de rencontre du fil; la partie du fil comprise entre l'index et le demi-cercle sera le sinus verse de l'augment de l'arc de révolution du soleil, dans son parallèle de ce jour.

[1] Man. arabe 1148, fol. 220.

Tels sont les instruments *à sinus* dont nous devons la description à Aboul-Hhassan; nous allons parler maintenant des instruments sphériques employés par les Arabes [1].

La sphère.

La construction de la sphère [2], telle qu'elle est indiquée par les auteurs, n'offre que des détails qui nous sont familiers; nous nous contenterons donc de quelques mots sur les premières opérations proposées.

Après avoir choisi un globe de cuivre ou de bois parfaitement sphérique, procédez à la détermination du diamètre et d'un grand cercle de ce globe, qui sera la sphère de la manière suivante :

Préparez une surface parfaitement plane sur laquelle vous tracerez une ligne droite AB, prolongée indéfiniment de part et d'autre.

Prenez sur la surface de la sphère un point quelconque pour centre d'un cercle occulte, que vous décrirez sur cette surface, et qui sera le plus grand que l'on puisse y décrire exactement et sans erreur [3], avec la pointe du compas (ordinaire à branches droites).

Divisez la circonférence de ce cercle en quatre parties égales; vous aurez par là quatre points déterminés [4].

Posez l'une des pointes du compas sur l'un de ces quatre points, et, l'autre pointe sur le point opposé en face, et, conservant l'ouverture du compas, portez l'une des pointes sur le

[1] Man. arabe 1148, fol. 25. فى وضع الالات الكرية.

[2] Voyez *Notices des Manuscrits*, t. VII, p. 5, sphère d'Alafdal. Lalande, *Bibliographie astronomique*, p. 958, donne le nom des auteurs qui ont traité de la sphère. Voyez aussi Sacro-Bosco et ses commentateurs. M. le chevalier Amédée Jaubert ne croit pas que le globe céleste dont il est question dans l'histoire du roi de Sicile Roger soit autre chose qu'un grand cercle.

[3] C'est-à-dire le plus grand dont on puisse prendre le diamètre avec les deux pointes du compas.

[4] Voyez les planches, fig. 16.

point A de la ligne AB, et marquez le point C à l'endroit où l'autre pointe rencontre cette même ligne.

Après cela posez la pointe du compas sur le centre du cercle occulte que vous avez décrit sur la sphère, et l'autre pointe sur la circonférence de ce cercle, et, conservant l'ouverture du compas, portez l'une de ses pointes : 1° sur le point A de la ligne AB, en décrivant avec l'autre pointe un arc DE; 2° sur le point C, en décrivant avec l'autre pointe un arc qui coupe DE en G; puis faites passer par les trois points AGC une circonférence de cercle dont le centre est en T; cette circonférence sera celle d'un des grands cercles de la sphère, et son diamètre celui de la sphère; ce que nous voulions déterminer.

Procédez ensuite à la construction de deux anneaux d'égale épaisseur, à quatre faces rectangulaires, dont deux cylindriques concentriques et deux planes, et tels que la largeur (de la branche solide) de l'un soit double ou à peu près de celle de l'autre.

Le plus large de ces anneaux sera appelé anneau de l'horizon, et l'autre, anneau du méridien; et l'on prendra, pour diamètre de chaque anneau, celui d'un des deux cercles égaux qui sert de limite à la face intérieure, faisant en sorte que ce diamètre soit le même que celui de la sphère dont on vient d'exposer la détermination, afin que cette surface intérieure de chacun des deux anneaux touche celle de la sphère lorsqu'ils seront en place.

Revenez ensuite à l'anneau de l'horizon, et soit [1] l'une de ses faces ABCD, EGTH, savoir ABCD le petit cercle qui est une des deux limites de cette face, et EGTH le grand cercle.

Divisez le petit cercle en quatre parties égales aux points

[1] Voyez les planches, fig. 17.

A,B,C,D, et chacun de ses cadrans en 90 parties égales. Ensuite écrivez les nombres correspondants, de manière que, dans les cadrans AB, AD, ils commencent au point A, et finissent dans le cadran AB au point B, et dans le cadran AD au point D; et que, dans les cadrans CD, CB, ils commencent au point C, et finissent dans le cadran CD au point D, et dans le cadran CB au point B.

Ensuite écrivez sur la ligne AE est, sur CH ouest, sur DT sud, et sur BG nord.

Prenez, après cela, sur le cadran CD (de l'horizontal vers D) une quantité D*d*, égale à l'épaisseur de l'anneau du méridien, et sur le cadran BC (vers B) une même quantité; et formez dans l'horizon deux crénelures [1], telles que leur largeur et leur profondeur, prises sur chaque cadran, soient proportionnées à la largeur et à l'épaisseur de l'anneau du méridien, afin que cet anneau, venant à entrer dans celui de l'horizon par ces deux crénelures, les touche dans toute leur surface; que la circonférence du cercle ABCD soit dans sa surface interne; qu'il tombe à angle droit sur l'anneau de l'horizon, et que, quand vous le faites tourner dans les crénelures, il tourne d'un mouvement facile; il faut que l'un des côtés de l'une des crénelures appartienne à la ligne BG, et que l'un des côtés de l'autre crénelure soit une partie de la ligne DT comme on le voit sur la figure.

Faites ensuite avec beaucoup de soin un demi-cercle en cuivre; posez-le à angle droit sur la face de dessous de l'anneau de l'horizon, qui est l'anneau EGHT; fixez-l'y solidement de manière que l'une de ses extrémités soit sous la ligne CH et l'autre sous la ligne AE; formez dans son milieu une crénelure, afin que l'anneau du méridien, placé dans la crénelure

[1] فرض, *crénelure, entaille.*

lure de l'anneau de l'horizon, passe par celle de ce demi-cercle et que celle-ci l'empêche de vaciller.

Ensuite faites trois petites colonnes de cuivre égales entre elles, un peu plus hautes que le demi-diamètre de la sphère, et de la grosseur qui paraît la plus convenable[1]; fixez solidement leur extrémité supérieure à la face inférieure de l'anneau de l'horizon, en plaçant les points d'appui à des distances égales; faites en sorte[2] que chaque colonne soit placée perpendiculairement à la surface de l'anneau de l'horizon, afin que, quand on le posera sur ces trois pieds, sur un terrain plan, parallèle à l'horizon, il se trouve placé parallèlement à l'horizon.

A l'égard de l'anneau du méridien[3], soit la face qui regarde l'orient, lorsqu'il est posé dans les crénelures ABCD, EGHF, et soit ABCD le plus petit des deux cercles qui servent de limites à cette face; divisez ce cercle comme le cercle ABCD de l'anneau de l'horizon; puis, considérant les deux cadrans AB, BC, prolongez les lignes qui marquent les degrés jusqu'à l'arc EGH. Ensuite percez au milieu de ces lignes un trou qui traverse de part en part, de manière que chaque trou se trouve sur un cercle parallèle à l'arc EGH.

Après cela faites un *masikah*[4] de cuivre AB, fixez-le au moyen d'un clou sur la face supérieure de l'anneau de l'horizon, auprès de la ligne BG (c'est-à-dire vers le sud), disposez ce masikah de manière qu'il tourne aisément autour du clou, et qu'après avoir fixé l'anneau du méridien dans les crénelures de l'anneau de l'horizon, vous puissiez faire entrer

[1] ويكون جمه على ما يرى انه أصلح. Manuscrit arabe 1148, fol. 28.

[2] نتحزى, de تحزى, cinquième forme de حزى, *mensuram inivit*. Cette cinquième forme n'est pas indiquée dans Golius. Ne vaudrait-il pas mieux, comme le pense M. Quatremère, lire تتجزى ?

[3] Voyez les planches, fig. 18.

[4] Man. arabe 1148, fol. 28 : ماسكة, *rétenteur*. Voyez les planches, fig. 19.

l'extrémité *chébiah* [1], au moyen de son bec A, dans tel trou que vous voudrez de l'anneau du méridien, afin qu'il le maintienne contre toute élévation ou tout abaissement imprévus, et posez ce masikah du côté du midi.

Enfin enlevez avec la lime quelque peu de l'anneau du méridien sur le côté opposé au cercle ABCD, jusqu'à ce que ce côté coïncide avec le cercle ABCD (en formant un biseau, dont ce cercle devient le tranchant), et cela pour que l'anneau du méridien, lorsqu'il est adapté à la sphère, ne cache à l'œil aucune partie de sa surface, et ne la rencontre qu'en ce cercle seulement.

Après cela faites dans cet anneau deux entailles [2] qui soient opposées l'une à l'autre, et dont la surface soit semblable à un demi-cylindre, afin que, quand on introduira dans chacune d'elles une verge ou pivot de cuivre (*amboubah*) [3], la ligne

[1] Man. ar. 1148, fol. 29 : الطرف الشبيه *l'extrémité semblable;* ne serait-ce pas plutôt « l'extrémité supérieure qui se termine en « pointe ou qui est garnie d'une pointe? » On lit dans Golius : شبا *in superiore parte fuit*, et شباة *extremitas acuminata, cuspis rei.*

[2] Man. arabe 1148, fol. 29 : فرضين غير قاطعين للحلقة.

[3] انبوبة, verge ou pivot. On lit dans Golius, *Lexicon arabico-latinum*, pag. 2288 : انبوب *et contracté*, انبب et انبــوبــة, plur. انــابيب, *internodium arundinis, vel cannæ hastæve, et hinc tubulus, fistula, siphon*, etc. M. Jourdain, *Mémoire sur l'observatoire de Meragah*, p. 27, traduit le mot انبوبة par *tube*. « Notre auteur, dit-il, recommande « toujours l'usage de ce tube qu'il place « entre les deux dioptres, et dont l'extré- « mité qui regarde l'œil est garnie d'une « plaque concave destinée à défendre l'œil. « Le mot que j'ai rendu par *plaque concave* « est *sekredjeh* ou *eskredjeh*, mot persan qui « a passé dans l'arabe et qui signifie pro- « prement *plat creux* (*paropsis*). Ainsi nous « retrouvons chez les Arabes ces tubes dont « l'usage paraît fort ancien, qui ont fait « avancer que les anciens connaissaient le « télescope et dont on présumait qu'Hip- « parque et Ptolémée s'étaient servis pour « observer et compter les étoiles (Caylus et « Ameilhon, *Histoire de l'Acad. des Inscr.* « t. XXVII et XLII). »

Il est à regretter que M. Jourdain n'ait pas indiqué les passages du man. 1157 où il a puisé tous ces détails ; nous avons lu ce manuscrit en entier, et l'auteur n'explique pas suffisamment ce que c'était que ce prétendu tube ; voyez le man. arabe 1157, fol. 44 r. l. 7 : يعسر عمل انبوبة مستوية etc. fol. 46 r. l. 19 et 23 : نعمل هدفتين متساويتين فى الارتفاع والعرض وانبوبة مستقيمة متساوية الغلظ etc. et fol. 50 v. l. 9 : وليكون بعد

droite menée dans la direction de la flèche d'un des deux amboubahs, passe par le centre de cet anneau, et tombe directement sur la flèche ou pointe de l'autre amboubah. Chaque entaille doit avoir la moitié de sa largeur dans le cadran AB, et l'autre dans le cadran AD, afin que l'amboubah qui s'y trouve placé soit sur la ligne CH. Faites alors deux amboubahs de cuivre, et fixez-les tous deux dans les entailles, d'une manière qui réponde aux conditions indiquées ci-dessus.

Ensuite faites un cadran de cuivre égal à un cadran du méridien, et soit ABCD sur le nouveau cadran, divisez l'arc CD en 90 parties, écrivez l'indication de ces parties comme on le voit dans la figure[1], et prenez pour ce cadran un lieu qui lui suffise[2], soit sur l'anneau du méridien, soit sur l'anneau de l'horizon.

Quant à la construction de la sphère elle-même ou du globe, il est inutile d'entrer dans des détails sans intérêt pour nos lecteurs; au reste, ce que nous dirons plus loin de l'astrolabe sphérique, dont la construction se rapproche de celle de la sphère, pourra servir à compléter la matière. Mais nous devons nous arrêter ici pour parler des globes célestes arabes qui nous sont parvenus, et particulièrement de celui que possède aujourd'hui la Bibliothèque royale[3].

احدى الهدفتين على الاخرى ذراع باليد ونعمل لكل واحد منهما انبوبه يصل فى ما بين الحرفين, etc. et on lit par renvoi, en marge du man. والسكرجه. C'est le seul exemple que nous ayons rencontré de l'emploi de ce mot.

[1] Voyez les planches, fig. 18.

[2] Man. arabe 1148, fol. 29 : ونجعل لهذا الربع موضعا يكفيه.

[3] On connaît plusieurs globes célestes arabes : Assemani a décrit celui du musée Borgia; Beigel, celui de la salle des mathématiques, à Dresde; B. Dorn enfin, celui du musée de la Société asiatique de Londres. Voyez aussi ce que nous avons dit plus haut, pag. 62.

Le globe qui se trouve à la Bibliothèque royale a été découvert par le docteur Schiepati, de Milan, et transporté à Paris par M. le chevalier Hennin; il est de cuivre jaune, formé de deux hémisphères réunis

On a pu fixer la date de la plupart de ces globes :

Le plus ancien fait partie du musée Borgia; il est de l'an 622 de l'hégire (1225 après J. C.), et la description qu'Assemani nous en a donnée est très-imparfaite.

Le second, qui se trouve à Dresde, est de l'année 1289 [1], et le troisième appartient à la Société astronomique de Londres; on ne sait pas la date exacte de la construction de ce dernier.

Enfin Sir John Malcolm a fait hommage à la Société royale asiatique d'un quatrième globe, fait en 1275, et au sujet duquel M. Bernard Dorn a publié une intéressante notice [2].

Quant au globe que M. Jomard a bien voulu nous permettre d'examiner, nous ne pouvons connaître qu'approximativement l'époque où il a été construit; aucune légende ne permet d'asseoir un jugement décisif à cet égard. Cependant on peut croire qu'il a été fait en Égypte, vers le XIIIe siècle, d'après quelques points de rapprochement que nous avons établis entre cet instrument, le globe du musée Borgia, et celui de la Société asiatique de Londres. Il comprend quarante-neuf constellations avec le nom des principales étoiles; le cercle

et soudés ensemble à la ligne de l'horizon; un bâton en fer, qui paraît le traverser d'un pôle à l'autre, sort d'environ vingt ou trente millimètres, et servait à fixer le cercle du méridien. Le globe isolé se place sur un cercle d'horizon, porté par quatre bras de métal; le tout est soutenu par un piédestal en bois moderne.

Le diamètre du globe est d'environ dix-huit centimètres; celui du cercle d'horizon, de vingt-cinq; et la hauteur de toute la machine, de trente-neuf.

Le cercle du méridien, qui existait certainement dans l'origine, manque; quant aux figures des constellations et aux noms des principales étoiles, ils sont reproduits avec assez de netteté; mais ils présentent des différences notables avec les tracés des autres globes que nous connaissons. Le globe du musée Borgia, comme on vient de le voir, est de 1225; celui-ci ne porte pas de date, et serait, selon l'opinion du docteur Schiepati, du milieu du XIe siècle; nous avons quelques raisons de le croire plus moderne. Voyez *Journal asiatique*, IIIe série, t. Ier, p. 191; février 1836.

[1] Beigel, *In Bode's astronomischen Jahrbuch fr.* 1808.

[2] Bernard Dorn, *Transact. de la Société royale asiatique*, t. II, 2e partie, p. 378.

équinoxial est divisé en ses degrés aussi bien que l'écliptique, et les noms des douze signes se retrouvent, non-seulement sur chaque division de ce dernier cercle, mais encore sur les figures des douze constellations.

Nous allons donner la description de ce globe, en y ajoutant toutes les observations qu'un examen attentif a pu nous suggérer; les divers ouvrages qui ont été publiés sur la sphère céleste des Arabes [1] nous ont fourni la matière d'un commentaire, destiné à faire connaître les travaux de ceux qui nous ont précédés, et les indications nouvelles que nous avons réunies. Nous avons mis aussi à contribution les manuscrits arabes nos 1110 et 1111, qui contiennent l'Uranographie d'Abderrahman Soufi; Hyde a donné quelques extraits de ce traité pour les constellations méridionales, et M. Caussin de Perceval en a publié les prolégomènes [2]; nous avons cherché à compléter les recherches de ces deux savants, en puisant, dans les manuscrits dont nous venons de parler, les notions qui sont exposées par Abderrahman Soufi sur les constellations septentrionales et zodiacales, et qui peuvent offrir quelque intérêt.

On lit sur notre globe :

[1] Indépendamment des auteurs que nous avons déjà cités, nous mentionnerons : 1° Hyde, *Tabulæ long. ac lat. stellarum fixarum ex observatione Ulagh Beighi, etc. cum Mohammedis Tizini Tabulis declinationum et rectarum ascensionum*; 1665; 2° Assemani, *Globus cœlestis cufico-arabicus Veliterni musæi Borgiani, etc.* 1790; 3° M. Ideler, *Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen*, 1809; et les articles de M. de Hammer insérés dans le tome Ier et le tome II des Mines de l'Orient, sous le titre : *Uber die Sternbilder der Araber und ihre eigenen Namen für einzelne Sterne.* Voy. aussi J. J. Sédillot, *Traduction d'Aboul-Hhassan*, t. Ier, p. 140, 191 et 276; *Table des longitudes et latitudes de deux cent quarante étoiles, Table de la déclinaison de cent quatre-vingts étoiles, Table des coascendants de deux cent dix étoiles*, etc.

[2] *Notices et extr. des manuscrits*, t. XII, p. 200.

CONSTELLATIONS SEPTENTRIONALES [1].

1. الدب الاصغر la Petite Ourse; six étoiles [2]. Les seules qui soient nommées sur notre globe sont : جدى le Chevreau, l'étoile Polaire [3] et فرقدين les Deux-Veaux [4].

Abderrahman Soufi (man. ar. 1110, fol. 12) s'exprime ainsi :

فامّا الدب الاصغر فان العرب تسمى السبعة على الجملة بنات نعش الصغرى منها الاربعة التى على المربع نعش والثلاثة التى على الذنب بنات وتسمى النيرين من المربع الفرقدين والنير الذى على طرف الذنب الجدى وهو الذى يتوجه به القبلة وقد صارت الثلثة التى على الذنب مع الرابع والسادس من المربع على سطر مقوس وبقرب الانور من الفرقدين وهو السادس كوكب اخفى منه على استقامة الفرقدين ليس من الصورة وقد ذكره بطلميوس وسماه خارج الصورة من القدر الرابع ويتصل هذا الكوكب بالكوكب الذى على طرف الذنب بسطر من كواكب خفية فيه تقويس ايضا مثل تقويس السطر الاول وفى مقابلته لم يذكر بطلميوس شيا منها وقد احاط القوسان بسطح شبيه

[1] صور شمالى, Μορφώσεις βόρειοι. Hyde, *In Ulugh Beighi Tabulas stellarum fixarum Comment.* p. 9.

[2] B. Dorn (*loc. cit.* p. 378) compte huit étoiles sur le globe dont il a donné la description; il cite Kazwini qui donne douze étoiles à cette constellation : sept sur la figure, et cinq en dehors ou *informes*, *ἀμόρφωτοι*; les Arabes appellent ces dernières خارج عن صورة ou plutôt خارج صورة.

[3] Cette étoile est quelquefois nommée قطب شمالى, le pôle boréal; Hyde, pag. 9; M. Ideler, pag. 17. Voyez aussi p. 15, sur *Al-rucaba* الركبة.

[4] Hyde, p. 11; Assemani, p. 95 : فرقد ولد البقرة او الوحشية والنجم الذى يهتدى به كالفرقود فيهما وهما فرقدان.

بحلقة سمكة وتسمى الفاس لشبهه (لشبهها man. 1111) بفاس الرحا التى يكون القطب فى وسطها وقطب معدل النهار على حدبة القوس الثانية عند اقرب كوكب من السطر الى كوكب الجدى

Les Arabes nomment généralement les sept étoiles de la Petite-Ourse *les Filles du petit Naasch* (Cercueil) et particulièrement les quatre qui sont sur le carré *naasch*, et les trois de la queue *les filles;* ils nomment les deux brillantes du carré *fercadaïn* (les Deux-Veaux), et la brillante de l'extrémité de la queue *al-djedi* (le Chevreau). C'est au moyen de cette étoile qu'on se dirige vers la *kiblah* (le temple de la Mecque). Les trois étoiles de la queue avec la quatrième et la sixième sur le carré présentent la forme d'un arc. Auprès de la brillante des fercadaïn, qui est la sixième, est une étoile moins brillante, qui n'appartient pas à la figure et qui est sur la direction des fercadaïn. Ptolémée en parle, et lui donne le nom d'*Externe* en la plaçant dans la quatrième grandeur. Cette étoile se lie par une suite de petites étoiles obscures en forme d'arc avec celle de l'extrémité de la queue; cet arc est pareil et opposé au premier, et Ptolémée n'en a pas parlé; les deux arcs renferment une surface, dont la forme ressemble à celle d'un poisson nommé *al-fas*, à cause de sa ressemblance avec le *fas* de la meule, au milieu duquel passe l'axe de rotation; et le pôle de l'équateur est sur la convexité du second arc auprès d'une étoile de cet arc vers l'étoile *al-djedi* (l'étoile Polaire).

2. الدب الاكبر la Grande-Ourse; vingt-cinq étoiles et huit informes : بنات نعش الكبرى les Filles du grand Cercueil [1].

[1] M. Ideler, p. 19 et suiv. On compte ordinairement ving-sept ou vingt-neuf étoiles dans la Grande-Ourse. Les Arabes chrétiens, selon Kircher, appellent les quatre étoiles du corps de l'Ourse نعش لعازر *feretrum Lazari*, et les trois étoiles de la queue مريم مرتا و امه *Mariam, Martham ac Ancillam*. Les Persans disent هفتورنك مهين *septentrio major*, et les Turcs يديكر يلدز *septenæ stellæ*. M. Ideler nomme parmi les étoiles de cette constellation القايد *al-kaïd* (le Gouverneur), العناق *al-anak* (la Chèvre), السها ou السهى *al-suhâ* (l'Oubliée), que Hyde appelle aussi صيدق ; الظبا *al-dhiba* (les Daims ou les Gazelles), et اولاد الظبا *aulad al-dhiba*, الهلبة *al-halba* (la Chevelure), سرير بنات نعش *serir benat naasch* (le Trône des Filles du Cercueil), الحوض *al-hhud* (l'Étang), etc. Nous ajouterons à cette nomenclature, d'après Hyde, مغرز - مراق - فخذ - ظهر الدب الاكبر *uropygium, epigastrium, femur, dorsum Ursæ Majoris*; Hyde cite

Le passage suivant d'Abderrahman Soufi [1], que nous allons transcrire, servira à faire ressortir ce qu'il y a d'incomplet dans l'extrait de Kazwini, donné par M. Ideler, et dans le commentaire de Hyde sur la Table des étoiles fixes d'Oloug Beg :

والعرب تسمى الاربعة النيرة التى على المربع المستطيل والثلثة التى على الذنب بنات نعش الكبرى وبنى نعش وآل نعش منها الاربعة التى على المربع المستطيل وهى ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ نعش والثلثة التى على الذنب بنات وتسمى ايضا الاربعة التى على النعش سرير بنات نعش ويسمى الذى على طرف الذنب وهو السابع والعشرون القايد والذى على وسطه العناق والذى يلى بنات نعش وهو الذى على اصل ذنبه الجون (الجوز m. 1111) وفوق العناق كوكب صغير ملاصق له تسميه العرب السها وفى بعض اللغات عن العرب الستا والصيدق ونعيش ولم يذكره بطلميوس وهو الذى يمتحن الناس به ابصارهم فيقولون اريه السها ويرينى القمر وتسمى الستة التى على الاقدام الثلثة على كل قدم منها اثنان فى قدر واحد وهى ١٢ و١٣ على اليد اليسرى و٢٠ و٢١ على رجله اليسرى و٢٣ و٢٤ على رجله اليمنى قفزات الظبا كل اثنين منها قفزة تشبه اثر ظلفى الظبا والقفزة الاولى وهى التى على الرجل اليمنى تتبعها الصرفة وهى (هو) الكوكب النير الذى على ذنب الاسد

en outre, p. 11, الفقرة الاولى . الثانية . الثالثة, *vertebra prima*, *secunda*, *tertia*, et il propose de lire, au lieu de الفقرة, le mot نقرة *cotyle*. M. Ideler adopte la véritable leçon : قفزات *Sprunge* (قفزات الظبا).

[1] Man. arabe 1110, fol. 14.

والضفيرة وهى الكواكب المجتمعة التى فوق الصرفة وهى التى تسميها العرب الهلبة وبين الهلبة وبين القفزة الاولى من البعد مثل البعد بين قفزتين تقول العرب ضرب الاسد بذنبه الارض فقفزت الظبا وتسما ايضا الثعلبان والقراين والكواكب السبعة التى على عنقه وعلى صدره وعلى الركبتين وهى زَ وحَ وطَ ويَ ويا ويدَ ويهَ وهى كانها على نصف دايرة تسما سرير بنات نعش ويسما الحوض والكواكب التى على الحاجب والعين اليمنى والاذن والخطم يسما الظبا تقول العرب ان الظبا لما قفزت من عند الهلبة وردت الحوض واما الثمانية التى حول الصورة وليست منها فان الاول والثانى منها هما بين الكوكب الذى على طرف ذنب الدب الذى يسما القايد وبين القفزة الاولى التى على الرجل اليمنى احدهما وهو الاول وهو التالى من الاثنين انور من القدر الثالث تسميه العرب كبد الاسد والثانى اخفى منه من القدر الخامس وهما بين الهلبة وبين النير الذى يسما القايد والستة الباقية تحت القفزة الثالثة التى على اليد اليسرى ثلثة منها انور من القدر الرابع وهى الثالث والرابع والسادس والثلاثة الباقية من القدر السادس وذكر بطلميوس ان الثالث والرابع من القدر الرابع والاربعة الباقية وهى الخامس والسادس والسابع (والثامن) لم يعدها من الاقدار الستة وسماها خفية (ἀμαύρος) والثامن منها هو الفرد الذى بين هذه القفزة وبين ذراع الاسد (اليسرى)

المبسوطة تميل الى القفزة والثالث والرابع من جملة الظبا والباقية الخفية اولاد الظبا وبين الكوكب التاسع عشر الذى على الفخذ اليسرى من كواكب النعش وبين الثانى والعشرين الذى على المابض كوكب يتاخر عنهما الى المشرق من القدر الرابع لم يذكره بطلميوس وبين القفزتين الاولى والثانية وبين النعش كواكب مع الثانى والعشرين الذى على المابض على استدارة انوارها هو الثانى والعشرون الذى على المابض والباقى فى القدر الخامس والسادس لم يذكر بطلميوس شيا منهما الا الذى على المابض وكذلك بين هاتين القفزتين كواكب كثيرة متقدمة لهما فى القدر الخامس والسادس ايضا وبين الثانى من الاثنين الخارجين عن الصورة قدام كبد الاسد وبين الذى على المابض كوكب من القدر الخامس من اصغرة هو الى الثانى الخارج عن الصورة اقرب وداخل الحوض كوكب هو مع السابع والثامن على مثلث وكوكب بين التاسع والعاشر قد صار معهما على مثلث منفرج الزاوية وعلى جنوب القايد كوكبان من القدر السادس بينهما فى راى العين ارجح من ذراع وبين القايد وبين الاقرب اليه من الاثنين نحو ذراع وهما متقدمان له وهو يتلوهما لم يذكر بطلميوس شيا منهما وكذلك (فى) خلال الصورة وحولها كواكب كثيرة فيها من القدر الخامس والسادس واما الخفية الخارجة عن الاقدار الستة فهى بلا نهاية وجميع ذلك من جملة الظبا (واولادها)

Les Arabes ont nommé les quatre étoiles brillantes qui sont sur le carré long avec les trois étoiles qui sont sur la queue : les Filles du grand Naasch, ou les Fils de Naasch, ou la Famille de Naasch. Mais les quatre étoiles qui sont sur le carré long, savoir, les 16e, 17e, 18e et 19e, sont proprement dites *naasch*, et les trois étoiles qui sont sur la queue, les Filles; et l'on nomme aussi les quatre étoiles qui sont sur le Naasch : le Chariot des filles de Naasch.

La 27e, qui est à l'extrémité de la queue est *al-kaid;* la 26e, au milieu de la queue *al-anak*, et la 25e, qui suit les filles de Naasch, à l'origine de la queue, *al-houn* ou *al-djoun;* au-dessus d'*al-anak* est une petite étoile qui lui est contiguë, et que les Arabes nomment *al-suha*, et dans quelques dialectes particuliers, *al-sita*, *al-shaidak* et *naisch*. Ptolémée n'en parle pas, et c'est celle dont on se sert pour essayer la portée de la vue; on dit proverbialement : Je lui montre *al-suha*, et il me montre la lune. On nomme les six étoiles qui sont sur les trois pieds, deux sur chacun et de même grandeur, savoir, les 12e et 13e sur le pied gauche de devant, les 20e et 21e sur le pied gauche de derrière, et les 23e et 24e sur le pied droit de derrière, les *Sauts du Daim;* chaque couple, dit *kafza* (Saut ou Bond), ressemble à la trace de l'ongle fourchu du Daim. Le 1er kafza qui est sur le pied droit de derrière, est suivi d'*al-sharfa*, étoile brillante placée sur la queue du Lion. La Chevelure, *dhafira*, est un assemblage d'étoiles au-dessus d'al-sharfa, et c'est ce que les Arabes nomment *al-halba* (Crinière et Prairie); entre halbah et le 1er kafza, il y a la même distance qu'entre deux kafzas; les Arabes disent proverbialement : Le Daim saute lorsque le Lion frappe la terre de sa queue; ils la nomment aussi les Deux-Renards et les Compagnons. Les sept étoiles qui sont sur le col, la poitrine et les deux genoux, savoir, les 7e, 8e, 9e, 10e, 11e, 14e et 15e qui forment un demi-cercle, sont nommées Char ou Trône des filles de Naasch, et aussi *al-hhudh* (Étang ou Abreuvoir), et les étoiles qui sont sur le sourcil et l'œil droit, sur l'oreille et le museau, se nomment le Daim, *al-dhibâ;* et les Arabes disent proverbialement : le Daim ne fait qu'un saut de la prairie à l'étang. Des huit qui sont autour de la figure, sans y entrer, la 1re et la 2e sont toutes deux entre *al-kaid*, qui est à l'extrémité de la queue, et entre le 1er kafza qui est sur le pied droit de derrière. L'une des deux, qui est la suivante et la plus brillante, est de troisième grandeur, et nommée par les Arabes *khebd al-asad* (le Foie du Lion); la 2e qui est la moins brillante est de cinquième grandeur; et toutes les deux sont entre al-halba et al-kaid. Les six autres sont après

le 3ᵉ kafza, qui est sur le pied gauche de devant. Trois d'entre elles, les plus brillantes, sont de troisième grandeur, savoir, les 3ᵉ, 4ᵉ et 6ᵉ; les trois autres sont de sixième grandeur. Ptolémée dit que la 3ᵉ et la 4ᵉ sont de quatrième grandeur, et ne compte pas même les quatre autres dans la sixième grandeur; il les dit *obscures;* ce sont les 5ᵉ, 6ᵉ, 7ᵉ et 8ᵉ. La 8ᵉ est la Solitaire, qui est entre ce 3ᵉ kafza et le bras gauche étendu, plus près du kafza. La 3ᵉ et la 4ᵉ sont du Daim, et les autres qui sont obscures sont les petits du Daim. Entre la 19ᵉ, qui est sur la cuisse gauche, dans le naasch, et la 22ᵉ, qui est sur le pli du jarret, se trouve une étoile écartée de ces deux-là vers l'orient et de quatrième grandeur, dont Ptolémée n'a pas parlé, et entre les deux kafzas, 1ᵉʳ et 2ᵉ, et le naasch, sont plusieurs étoiles formant un cercle avec la 22ᵉ sur le jarret, qui est la plus brillante, les autres étant de cinquième et sixième grandeur. Ptolémée ne parle que de celle qui est sur le jarret; il y a encore, entre ces deux kafzas, beaucoup d'étoiles qui les précèdent, et qui sont de cinquième et de sixième grandeur.

Entre la 2ᵉ des deux externes, qui précède *khebd al-asad* et entre celle qui est sur le jarret, est une étoile de cinquième grandeur, du nombre des petites, vers et près la 2ᵉ externe; et dans *al-hhudh* (l'Étang), il y a une étoile qui forme un triangle avec la 7ᵉ et la 8ᵉ, et une autre formant un triangle obtus-angle avec les 9ᵉ et 10ᵉ. Il y a aussi au midi d'*al-kaid* deux étoiles de sixième grandeur, entre lesquelles, à vue d'œil, il y a plus d'une coudée; et d'al-kaid à celle des deux étoiles qui en est le plus près, il y a environ une coudée. Toutes deux précèdent al-kaid qui les suit, et Ptolémée n'en a rien dit. Il y a de même dans l'intérieur et autour de la figure un grand nombre d'étoiles parmi lesquelles on en distingue de la cinquième et de la sixieme grandeur; les externes obscures, au-dessous de la sixième grandeur, sont d'ailleurs innombrables, et toutes appartiennent, soit au Daim, soit à ses petits.

3. الكوارة la Tiare; trois étoiles (الصغيرة) [1].

[1] Cette constellation ne se trouve point sur les globes des musées de Londres et de Dresde; sur celui du musée Borgia, elle est indiquée par une espèce de carré, et voici ce que dit Assemani à ce sujet (p. 99): « Infra caudam Ursæ Majoris a figura dis-« junctum quadratum exstat, quod gemi-« nas stellas continet magnitudine dis-« crepantes; ad extimam hujus quadrati « superficiem hæc verba habemus كرب « الابل Cameli Sarcinæ. » Il y a trois étoiles marquées très-distinctement sur notre globe, une grande et deux petites; et cette constellation répond évidemment à la Chevelure de Bérénice. On lit dans l'Astronomie de Lalande, tom. Iᵉʳ, pag. 216:

4. التنين le Dragon; trente et une étoiles. On n'en compte que vingt-huit sur notre globe [1].

5. الملتهب l'Enflammé (*Céphée*); treize étoiles. Ptolémée en compte onze, et dix informes. Les globes que nous avons cités portent قيفاوس ou قيقاوس [2]. On lit dans Abderrahman Soufi (man. arabe 1110, fol. 20) : كوكبة قيقاوس وهو الملتهب وكواكبه احد عشر كوكبا من الصورة واثنان خارج الصورة (onze étoiles internes et deux externes).

6. العوا le Crieur (*Bootes*); vingt-deux étoiles, une informe; الرامح le Lancier (السماك الرامح, *Arcturus*) [3]. Abderrah-

« La Chevelure de Bérénice est appelée « *Coma Berenices, crines, capilli, cincinnus,* « *cæsaries, tricæ, triquetræ, rosa, fusus vel* « *colus* (*le Fuseau*), *fila, stamina.* C'est l'as- « semblage des étoiles *a, b, c, d, e, f, g, h,* « de Flamsteed; Ptolémée ne donne que les « positions de *c, h, g,* et il les réunit sous « le nom général de *Chevelure*, Πλόκαμος. » Nous avons cru découvrir sur notre Globe الكوارة *Cidaris*, la Tiare, mais nous doutous fort que cette leçon soit exacte. M. Ideler, p. 29 et 294, ne nous fournit aucun éclaircissement à cet égard; nous savons seulement que les Arabes appelaient quelquefois cette constellation الحزمة *la Gerbe de blé*. On lit dans le commentaire de Hyde, pag. 13 : ويجنب الدب الاكبر على رجل الدب الاصغر كواكب صغار واقعة ثى يقال له ظفرة الغزلان تشبها لكل اثنين منها بموقع رجل الغزال وكذا عند الدب الاكبر كواكب واقعة على هيئة نصف دايرة يقال لها الحوض. L'illustre philologue ajoute : « per Lacum الحوض, Comam « Berenices intelligendam esse existimo. » Cette supposition est détruite par le passage d'Abderrahman que nous avons rapporté. Voyez, sur كبد الاسد et sur الضفيرة, M. Ideler, p. 21, 27, 30; et Hyde, pag. 13 et 37.

[1] Cette constellation est aussi appelée ثعبان; ses principales étoiles sont : الراقص *al-rakis* ou الرافض *al-rafid*, العوايد *al-awaid* ou الصليب الوقع *al-salib al-waki*, راس الربع *ras* et *dseneb al-tinnin*, وذنب التنين *al-raba*, الذيبين *al-dsibain* ou العوهقان *al-auhakan*, اظفار الذيب *adhfar al-dsib*, الذيخ *al-dsikh*, التيس *al-tais*, التياسان *al-tiiasan*, et الاثافي *al-athafi* (le Trépied). Hyde, p. 14 et 15; M. Ideler, pag. 32-41 et 44. Assemani, pag. 101, ajoute العرانق *al-guranek*. Voy. aussi Abderrahman Soufi (man. ar. 1110, fol. 17).

[2] Nous nommerons parmi les étoiles de cette constellation : القرحة *al-kurkha*, الفرق *al-firk* ou الذراع اليمين *al-dsira al-iemin* (*alderamin*), القدر *al-kidr*, الراعي *al-rai* et كلب الراعي *khelb al-rai*, الاغنام *al-agnam*. Hyde, p. 14 et 15; M. Ideler, p. 42 et 44. Abderrahman Soufi (man. ar. 1110, f. 21, et 1111, f. 19) appelle aussi الشاء (les Brebis) les étoiles nommées الاغنام.

[3] Les principales étoiles de Bootes, que

man Soufi (man. arabe 1110, fol. 23) s'exprime ainsi : كوكبة العوا ويسما البقار والصناج وحارس الشمال . « On appèlle aussi « la constellation d'*al-auwa* le Bouvier, le Joueur d'instrument[1] « et le Gardien du nord. »

7. الاكليل الشمالى la Couronne septentrionale. Cette constellation est appelée ordinairement الفكة [2].

8. الجاثى على ركبتيه l'Agenouillé (Hercule); vingt-huit étoiles et une informe [3]. Abderrahman Soufi (man. ar. 1110, f. 28) donne à plusieurs des étoiles de cette constellation le nom de النسق الشامى *al-nasak al-schami* (la Série de Damas ou de Syrie); il appelle celle qui se trouve sur la tête, كلب الراعى *khelb al-*

Hyde appelle le Fossoyeur النقار, sont, après Arcturus, الضباع *al-dibá*, اولاد الضباع *aulad al-dibá*, الرمح *al-rumh* (ساق العوا *sak al-auwá* ou الرامح مفرد *mufrid al-ramih*), et selon Abderrahman Soufi, السلاح *al-silah* (l'Épée). Arcturus est appelé السماك الرامح, en opposition à السماك الاعزل : on lit dans le commentaire de Hyde : على محاذاته فى ناحيه الجنوب كوكب نير يقال له السماك الاعزل, et dans M. Ideler, p. 51 : *Arctur und Spica heissen bey den Arabern* السماكان *al-simakhan, die Beiden Simakh. Zum unterschiede wird der erste* السماك الرامح *der Simakh mit der Lanze und die letztere* السماك الاعزل *der unbewaffnete oder isolirte Simakh, genannt.* Kazwini nomme Arcturus حارس السماك *haris al-sema* et حارس السما *haris al-simakh* (*sic*); voyez M. Ideler, p. 46 et 56. Suivant Abderrahman Soufi (man. arabe 1110, fol. 24), Arcturus est appelé, ainsi que Bootes, حارس السما *le Gardien du Ciel* et حارس الشمال. On lit aussi (*ibid.*) : ويسما السادس عشر تابع السماك ايضا وراية السماك وراية الفكة ايضا : on nomme aussi la seizième *tabi al-simakh* (la Suivante d'al-simakh) et *rayet al-simakh*, *rayet al-fekka*, le Signe ou Étendard d'al-simakh ou d'al-fekka.

[1] Le man. 1111, fol. 21, porte الصباح le Beau.

[2] B. Dorn, *loc. cit.* p. 381. Hyde, p. 16 : *Mohammed Tusæus sic describit* : هفت ستاره باهم كه بر شكل دايره بود ناتمام كه عوام كاسه شكسته وكاسه درويشان خوانند ومنجمان انرا فكه خوانند ويكى از ان كواكب روشن تر بود انرا نير فكه خوانند; on dit, dans le même sens, قصعه المساكين *kasa al-masakin* et قصعه الصعاليك *kasa al-saalik*. Voyez, sur النير منير من الفكة et من الفكة, M. Ideler, p. 58 et 60.

[3] M. Ideler, p. 62, nomme cette constellation الجاثى *al-djathi, der Kniende*, ou الراقص *al-rakis, der Tanzer*, avec Assemani, p. 109. Voyez ce qu'il dit, d'après Hyde, p. 65 et s., sur راس الجاثى *ras al-djathi*, et sur مرفق *marfik* et معصم *misam*, qui font partie des étoiles *al-nasak al-schami*.

raï (le Chien du Pasteur), et les étoiles voisines d'*al-nasak* التماثيل *al-tematsil* (les Images), etc. Il ajoute que plusieurs des étoiles d'Hercule sont comprises par le vulgaire dans *al-diba* الضباع de Bootes et *al-salib* الصليب du Dragon.

9. سلحفاة la Tortue, ordinairement السلياق la Lyre; onze étoiles [1]. الواقع (النسر) l'Aigle tombant, *wega*. On trouve dans Abderrahman Soufi (man. arabe 1110, fol. 30, et 1111, fol. 29 *v.*) : كوكب اللورا وتسمى ايضا السلياق والصنج والمغرنة والسلحفاة (man. 1111 المعزلة). Les noms de المغرنة et de المعزلة n'ont point de sens raisonnable; peut-être faut-il lire المغزلة, ou المغازلة (qui charme l'oreille)[2] ? Selon Abderrahman Soufi, la seconde et la troisième étoile de cette constellation forment avec l'Aigle tombant un triangle qu'on appelle *le Trépied* الاثافى ; puis viennent quelques étoiles obscures qu'on nomme الاظفار *les Serres*. La septième et la neuvième font partie d'*al-nasak al-schami*.

10. الدجاجة (le Cygne); dix-sept étoiles et deux informes. ردف la Suivante [3].

11. ذات الكرسى la [Femme] assise (Cassiopée); quinze étoiles [4]. الخضيب (الكف) la Main teinte.

[1] B. Dorn, *loc. cit.* et M. Ideler, p. 67 et 68, n'indiquent que dix étoiles, mais notre globe en porte onze bien distinctes. Le nom d'*al-seliak* السلياق ou d'*al-scheliak* الشلياق est changé par M. Ideler en celui d'*al-selibak* السلباق.

[2] Voyez sur ce mot Golius, p. 1706, et Meninski, pag. 4790. Hyde nous apprend que la Lyre est appelée الصنج *al-sendj*, du persan چنك رومى, *Cithara græca*. Il dit, pag. 18 : *Mohammed Tusæus in Tractatu de astrolabio sic disserit :* ودو ستاره است انكه روشن‌تر بود ميان اسمان با دو ستاره خردتر بر مثال مثلثى خرد متساوى الاضلاع باشد وعوام انرا ديك پايه خوانند در اخر تابستان باول شب راست بر سمت سر بود انرا نسر واقع خوانند. Voyez ses remarques sur خرقة ou plutôt خزفة, et sur حامله, et celles de M. Ideler, pag. 67 et 73, au sujet d'*al-athafi* الاثافى et d'*al-adhfâr* الاظفار.

[3] Le cygne est aussi appelé الطاير *al-tair*, *Volucris*. Les étoiles qui se trouvent sur les ailes portent le nom d'*al-fawaris* الفوارس : on peut encore mentionner ذنب ركبة - منقار - صدر الدجاجة.

[4] Ptolémée et Abderrahman Soufi n'en comptent que treize. B. Dorn écrit الكف

12. حامل) راس الغول) celui qui porte la tête de Méduse (Persée); vingt-huit étoiles et trois informes. On lit encore sur notre globe : الثاهت le Péricarde [1]. Parmi les étoiles que nous trouvons indiquées dans Abderrahman Soufi seulement (man. ar. 1110, fol. 39) nous mentionnerons الساعد *al-saad* (l'Avant-bras), المرفق *al-marfik* (le Coude), المابض *al-mabedh* (le Pli du bras), ابرة المرفق *ibret al-marfik* (la Pointe du coude), العضد *al-adhad* (l'Humérus), العاتق *al-atik* (la Vertèbre cervicale) [2], etc.

13. ممسك الاعنة (العناز) le Cocher (Heniochus); quatorze étoiles. العيوق *Capella* [3]. Abderrahman Soufi (man. ar. 1110,

الخضيب, *the dyed Hand;* Hyde, p. 20, et M. Ideler, pag. 84, entrent dans quelques détails sur cette étoile; Abderrahman Soufi l'appelle سنام الناقة, la Bosse de la Chamelle, et Nasir-eddin كوهان عنتر, la Bosse du Chameau. On trouve encore, pour les autres étoiles, صدر - ركبة ذات الكرسى etc. Voyez aussi Assemani, p. 114.

[1] M. Quatremère pense que ce n'est point ثاهت, mais ثابت, qu'il faut lire; nous ne trouvons rien dans les commentateurs qui puisse justifier l'une ou l'autre de ces leçons; peut-être cette étoile est-elle la même que le Précesseur des Pléiades سابق الثريا, indiqué, pag. 116, par Assemani qui appelle aussi Persée مغمض الثريا ou مخمر, *Occultator Pleiadum;* Hyde, pag. 20, s'exprime ainsi : « Stella prima vocatur معصم الثريا, *Carpus Pleiadum*, et « جنب برشاوش, *Latus Persei;* vigesima « quarta منكب الثريا, *Humerus Pleiadum;* « vigesima quinta عاتق الثريا, *Interscapilium Pleiadum; atik* est pars dorsi proxima cervici, quasi inter cervicem et dorsum. » M. Ideler parle de ces diverses dénominations, p. 85. Nous avons vu que la constellation de Persée était appelée حامل راس الغول et برشاوش. On trouve aussi dans quelques manuscrits فرساوس, سياوش et كلوب, *Harpago*, ou خلوب, *Deceptor.* Voyez ce que dit M. Ideler, pag. 87 à 89, sur راس الغول, *Caput Larvæ* (la Tête de Méduse).

[2] Au lieu de العاتق, on lit très-distinctement dans Abderrahman Soufi (manuscrit arabe 1111, fol. 38, et manusc. arabe 1110, fol. 39 r. lig. 6) العايق *al-aïk.* On donne le nom de العايق, dit Abderrahman, aux deux étoiles les plus rapprochées des Pléiades الثريا; mais le vulgaire suppose à tort qu'elles sont toutes deux sur l'épaule على المنكب, et que العايق doit être placé entre ces étoiles et les Pléiades; il termine ainsi : ليس فى موضع العايق الا ان تكون الفرجة التى بين هذين الاثنين وبين الثريا العايق. Dans le man. 1111, on trouve constamment العايق; mais dans le man. 1110, le copiste, après avoir reproduit plusieurs fois la leçon de العايق, écrit العاتق f. 39 v. lig. 3, et العاتق, f. 39 v. lig. 2.

[3] ماسك العنان ou ذو العنان est aussi

f. 42) nous apprend que les Arabes nomment cette étoile رقيب الثريا *rakib al-thoreia* (le Gardien des Pléiades), parce que pour beaucoup de lieux elle se lève en même temps qu'elles. On l'appelle aussi quelquefois العنان et العنز; mais cette dernière dénomination s'applique plus spécialement à l'étoile qui se trouve sur le coude gauche على المرفق الايسر.

14. الحوا والحية le Serpentaire et son Serpent. On trouve un peu plus haut le mot الحية seul; quarante-deux étoiles, cinq informes[1]. On lit dans Abderrahman Soufi (m. ar. 1110, fol. 44):

ويبتدى من عند راسه (راس الجاثى) فيمر فى الجنوب نحو كوكبة العقرب والاول من كواكبه على راس مقدم النسرين وهو معهما على مثلث شبيه بالمتساوى الساقين راسه هذا الكوكب الاول والنسران على قاعدته وهو الذى يرسم على الاصطرلاب (*sic*) ويسما راس الحوا

l'un des noms de cette constellation. Hyde, p. 21 : على ممسك العنان كوكب نير يقال له العيوق وبعد العيوق كوكب صغير يقال له المعز (العنز) وبعد المعز كوكبان اخران يقال لهما الجديان : de là, sans doute, le nom de ممسك العناز ; parmi les autres étoiles, nous indiquerons الخبا *al-khiba*, توابع العيوق *tawabi al-aïouk*, الاعلام *al-ilam*, منكب ذى العنان *menkib dsi'l-inan*, كعب ذى العنان *ka'b dsi'l-inan*, etc. Voyez aussi ce que dit M. Ideler, p. 95 et 96, sur les mots صاحب رح et الحاذى (الحادى).

[1] Kazwini (*loc. cit.* p. 384) donne les détails suivants sur cette constellation : اما الحوا فصورة رجل قائم قد قبض بيديه على حية وكواكبه اربعة وعشرون كوكبا من الصورة وخمسة خارجها واما الحية وكواكبها ثمانية عشر وعلى عنقه كوكب يسمى عنق الحية وتسمى الكواكب المصطفة على راس الحية نسقا شاميا والمصطفة تحت عنقه نسقا يمانيا ويسمى ما بين النسقين الروضة والكواكب التى بين النسقين فى الروضة الاغنام والذى على راس الحوا يسمى الراعى والذى على راس الجاثى كلب الراعى والمتقدم من الاثنين اللذين على المنكب الايمن من الحوا يسمى كلب الراعى. Abderrahman Soufi (man. ar. 1110, fol. 47) explique clairement ce que l'on doit entendre par النسق الشامى, qui comprenait deux étoiles du Serpent, outre celles indiquées plus haut, p. 126 et 127. Pour النسق اليمانى, c'étaient quatre étoiles du Serpent et cinq du Serpentaire.

Cette constellation commence à la tête d'Hercule et s'étend au midi vers les étoiles du Scorpion. La première étoile du Serpentaire est sur la tête ; elle précède les deux Aigles (*wega* et *al-thair*) et forme avec elles un triangle à peu près isocèle, cette première étoile étant au sommet et les deux autres à la base ; c'est elle que l'on marque sur l'astrolabe et que l'on nomme *ras al-hhauwa* (la Tête du Serpentaire).

15. الحية le Serpent. Ptolémée compte seulement vingt-quatre étoiles sur le Serpentaire et quatorze sur le Serpent.

16. العنزة la Flèche, et plus souvent السهم *al-sehm ;* cinq étoiles [1].

17. العقاب l'Aigle ; dix étoiles, six informes. الطاير (النسر) l'Aigle volant. Les informes sont contenues dans un cercle qui paraît se rattacher à la constellation [2].

18. الدلفين le Dauphin ; onze étoiles. Ptolémée n'en marque que dix [3].

19. (مقروض) فرس مقرص [4] (*Equus præcisus*) le Petit Cheval ; quatre étoiles.

[1] Les globes de Dorn et d'Assemani portent السم. Hyde, p. 24, et M. Ideler, p. 103, substituent au mot السم celui de الخنمة ; c'est sans doute العنزة qu'il faut lire.

[2] Hyde, p. 25, nomme ذنب العقاب la 9e étoile de cette constellation. On lit dans l'ouvrage de M. Ideler, p. 105 et 106 : *Unter den unförmlichen Sternen nennt der gemeine Mann die drey hellern, der geraden Richtung und des gleichen Abstandes wegen* الميزان el-mizan *den Wagebalken und die Zwey über diesen* الظليمين el-dhalimaïn *die beiden Strausse ;* et dans Assemani, p. cxxiv : « In triangulo concluduntur sex informes « Aquilæ. Ex his stellis ita geminæ præno- « tantur الخليمين *al-khalimaïn*, id est, duo « Amici, vel الحلمتين *al-halimetaïn*, duæ Pa- « pillæ. In cœlestibus Europæ globis infor- « mes Aquilæ exprimit Antinous. » Voyez Abderrahman Soufi (manusc. arabe 1110, fol. 51 r. et v.) ; il écrit الظليمين الصغيرين.

[3] Les principales étoiles de cette constellation sont ذنب الدلفين *dseneb al-dulfin*, العقود *al-akoud*, الصليب *al-salib*, et عمود الصليب *amoud al-salib*. Abderrahman Soufi (man. arabe 1110, fol. 53) dit positivement que les Arabes nomment les quatrième, cinquième, sixième et septième العقود, et que le vulgaire les appelle الصليب (la Croix). M. Ideler, pag. 110, réunit ces deux expressions et traduit العقود الصليب par *der Knoten des Kreuzes ;* il faudrait, pour que ce sens fût exact, retrancher l'article de العقود. On trouve dans Golius, au mot صليب (c. 1373) : *quatuor stellæ pone Lyram.*

[4] On lit sur les autres globes قطعة

20. الفرس (التالى) الثانى [1] le Deuxième Cheval, Pégase (*Equus in medio truncatus*) ; منكبه son Épaule [2]; vingt étoiles [3].

On lit dans Abderrahman Soufi (man. ar. 1110, fol. 55 *v.*) :

والعرب تسمى الاربعة النيرة التى على المربع وهى الاول والثانى
والثالث (والرابع) الدلو وتسمى الاثنين المتقدمين من الاربعة وهما
الثالث والرابع الفرغ الاول والفرغ المتقدم وتسميها ايضا العرقوة
(العروقة ، man. 1111) العليا وناهزى (ناهزق ، man. 1111) الدلو
المتقدمين وتسمى الاثنين التاليين من الاربعة وهما الاول والثانى الفرغ
الثانى والفرغ الموخر والعرقوة السفلى وناهزى الدلو الموخرين
وتسمى الاثنين اللذين فى البدن وهما الخامس والسادس النعام
وتسما الكرب ايضا شبهتهما بمجمع العرقوتين فى الوسط من الراس
الدلو بحيث يشد فيه الحبل وذلك الموضع من الدلو يسمى الكرب ٠

Les Arabes nomment les quatre brillantes qui forment le carré (de Pégase), savoir les première, deuxième, troisième et quatrième, *al-dalw*, l'Urne (à deux anses et à deux goulots); ils nomment les deux précédentes

الفرس; Hyde, p. 26, l'appelle *le premier Cheval* الفرس الاول, et il ajoute : الفرس الاول على صورة راس الفرس مع العنق.

[1] On nomme ordinairement cette constellation الفرس الاعظم *le Grand Cheval*. Nous lisons dans le commentaire de Hyde, pag. 26 : الفرس الثانى على صورة نصف مقدم من الفرس.

[2] Les autres étoiles sont : سرة الفرس *surra al-feres*, appelée aussi par Oloug-Beg راس المراة المسلسلة *ras al-mara al-musalsela*, جناح - متن - فم الفرس *djenah, matn, fom al-feres*, سعد المطر *sad al-matar*, سعد الهمام *sad al-homam*, سعد بارع *sad bari* ou سعد نازع، سعد البهائم *sad al-bahaim*, etc. Selon Hyde, p. 27, فم الفرس est appelée quelquefois جحفلة الفرس *djahfela al-feres* ou انف الفرس *enf al-feres*. Voyez aussi M. Ideler, p. 194; et Assemani, p. CXXVI, sur سعد الملك.

[3] Plusieurs étoiles sont effacées sur le Globe; et ce défaut est bien plus sensible encore pour les constellations suivantes. Nous y suppléons au moyen des catalogues de Ptolémée et de Salamasc.

[4] Ce passage complète ce que rapporte M. Ideler, d'après Kazwini, pag. 113, 114, 118 et 119.

de ces quatre étoiles, savoir la troisième et la quatrième, *al-ferg al-awal*, le premier Goulot, ou *al-ferg al-mutekaddem*, le Goulot antérieur; et ils les nomment aussi *al-arkoua al-a'liah*, la Traverse supérieure, et *al-nâhizetaï al-dalw al-mutekaddemaïn*, les deux *nahizah* antérieurs de l'Urne. Ils nomment les deux autres de ces quatre étoiles, savoir la première et la deuxième, *al-ferg al-thani*, le second Goulot, ou *al-ferg al-mouakkhar*, le Goulot postérieur, ou bien *al-arkoua al-sofla*, la Traverse inférieure, et les deux *nahizah* postérieurs de l'Urne. Ils nomment les deux étoiles qui sont sur le ventre, savoir la cinquième et la sixième, *al-naaim*, l'Autruche, ou *al-kherb*, le Cordeau, en les comparant à l'assemblage des deux *arkouas* ou traverses qui se rencontrent au milieu de la partie supérieure de l'Urne, à l'endroit où l'on attache la corde; or cet endroit de l'Urne s'appelle *al-kerb*.

21. المرة التى لم تر بعلا Andromède; (المراة المسلسلة) *Mulier catenata;* vingt-trois étoiles, une informe[1]. Abderrahman Soufi (manusc. arabes 1110 et 1111, fol. 57) dit que les Arabes l'appelaient *la Femme qui n'a point de mari* المراة التى ليس لها بعل ou المراة التى لم تر بعلا. Il donne plus loin (man. arabe 1111, fol 62) la figure d'un autre Cheval فرس اخر, qui, dit-il, ressemble bien plus à un cheval que celui qu'on a nommé الفرس الاعظم, et qui forme une constellation tout à fait distincte[2].

22. المثلث le Triangle; quatre étoiles. Les Arabes, suivant Abderrahman Soufi (man. arabe 1110, fol. 63 *v.*), nomment la première, qui est au sommet[3], et la seconde, qui est la plus septentrionale des trois étoiles qui sont sur la base, الانيسان *les deux Compagnes.*

[1] Les étoiles nommées dans le Commentaire de Hyde, p. 28, sont جنب المسلسلة, *djeneb al-musalsela*, appelée aussi بطن الحوت *le Ventre du Poisson*, et رجل *ridjl* ou عناق الارض *anâk al-ard*.

[2] C'est la constellation الفرس التام de Kazwini dont M. Ideler dit quelques mots (p. 129). On lit dans Assemani (p. cxxxii): « Animadvertendum est Salamascium post « Andromedam etiam hanc addere constel- « lationem الفرس التام احد وثلثون, *Equi* « *integri stellæ trigenta et una;* verum nec « in Ptolemæo nec in globo nostro ea repe- « ritur. »

[3] C'est l'étoile راس المثلث dont parlent M. Ideler, p. 130, Hyde, p. 29, etc.

CONSTELLATIONS ZODIACALES [1].

23. الحمل le Bélier; treize étoiles et cinq informes [2].

24. الثور le Taureau. La plupart des étoiles sont effacées; nous devons en supposer trente-trois et onze informes. Les étoiles placées dans cette constellation, dit Abderrahman Soufi (man. arabe 1111, fol. 67) sont au nombre de trente-deux, non compris la brillante à l'extrémité de la corne boréale qui appartient au pied du Cocher et qui est commune aux deux lignes. الثريا les Pléiades [3]. الدبران *al-debaran*, l'Œil du Taureau [4]. On peut mentionner aussi الكلبين les deux

[1] Abderrahman Soufi (man. ar. 1111, f. 63 v.) dit : كوكبة صور البروج الاثنى عشر; on sait que les Arabes appellent le Zodiaque فلك منطقة البروج, et l'Écliptique دايرة وسط فلك البروج.

[2] Les deux premières sont nommées الشرطان ou (au gén.) الشرطين *al-scheratain*; celles de la tête الاشراط *al-aschrat*; puis viennent البطين *al-bothain* (من نير البطين) et النطح *al-nath*, la première des informes. Voyez Hyde, p. 30; Assemani, pag. CXXXIII.

[3] Les Pléiades sont aussi appelées النجم *al-nedjm*, دجاجة السما مع بناتها, *Gallina cœlestis cum filiabus suis*; et les étoiles placées après elles الفردوذ *al-ferdoudz*. Hyde, p. 32 et 33.

[4] M. Ideler (pag. 136 et suiv.) indique parmi les diverses dénominations d'*aldebaran* : عين الثور *ain al-thaur*, المحدج *al-muhaddidj*, تالى النجم *tali al-nedjm*, حادى النجم *hhadi al-nedjm*, et الفنيق *al-fenik*, relativement à القلاص ou القلايص (les Hyades). الحادى est souvent employé seul pour indiquer *aldebaran*; on en trouve des exemples dans Ebn-Jounis et dans Abderrahman Soufi; cependant M. Caussin (*Extr. et not. des mss.* t. VII, pag. 176) s'exprime ainsi : « *Al-hadi* الحادى ne se trouve ni dans « le catalogue des étoiles fixes d'Ulugh-« Beigh, *ni même dans le Traité des constel-« lations du Souphi que j'ai lu en entier*, et « dont j'ai traduit une bonne partie. Par « un hasard peut-être assez heureux, je « rencontre ce même mot حادى *hadi* dans « le traité de Scaliger sur les noms arabes « de plusieurs étoiles, imprimé à la suite « de ses notes sur Manilius. حادى *hadi*, « selon ce savant, désignerait l'étoile appe-« lée communément la Chèvre. En effet, le « mot arabe que Scaliger n'a pu entendre, « faute d'un bon dictionnaire qui manquait « alors, pourrait signifier la constellation « du Cocher dont la plus belle étoile est la « Chèvre. حادى, *agaso, qui asinas suas ad-« ducit* (Golius). » Les derniers chapitres d'Ebn-Iounis, publiés par J. J. Sédillot, le texte d'Abderrahman Soufi (man. 1110, fol. 71) et les citations de M. Ideler prouvent qu'*al-hadi* n'est autre qu'*aldebaran*.

Chiens; mais beaucoup d'auteurs arabes, suivant Abderrahman Soufi (man. 1110, fol. 71), appellent ces étoiles الضيقة *al-dhaïcah.*

25. التوامين les Gémeaux; vingt-huit étoiles, sept informes [1].

26. السرطان l'Écrevisse; neuf étoiles, quatre informes [2].

27. الاسد le Lion; vingt-sept étoiles, huit informes [3]. Abderrahman Soufi dit (man. 1110, fol. 83 *v.*) que les Arabes ont nommé الهلبة les trois informes appelées par Ptolémée الضفيرة *la Cheveluro* [4].

28. السنبلة ou plutôt العذرا la Vierge; vingt-six étoiles, six informes. الاعزل le Délaissé (c'est l'Épi de la Vierge) [5].

[1] Hyde (p. 34) nomme cette constellation الجوزا, et il ajoute. *Sic Mohammed Tusæus :* ودر مقابله صورى هاى از جانب شمالى دو ستاره روشن باهمند نزديك بيكديكركه ان دو ستاره را ذراع كويند وهريكى را راس التوام خوانند انكه اول برايد وبمغرب نزديكتر بود راس التوام مقدم خوانند وديكررا راس التوام موخر M. Ideler (p. 150 et suiv.), qui diffère sur plusieurs points de Hyde, indique pour les étoiles des Gémeaux الذراع المبسوطة *al-dsira al-mebsuta*, الهنعة *al-hena* (الزر *al-zarr* et الميسان *al-meisan*), النحاتى *al-nuhatai* (النحاى); le man. 1110, fol. 77, porte النحاتى.

[2] Les principales étoiles sont : النثرة *al-nethra* ou الملف *al-malef*, الحمارين *al-himaraïn*, الطرف *al-tarf*. Abderrahman Soufi ajoute الاشفار *al-aschfar*, et il dit que ces diverses étoiles sont appelées quelquefois par les Arabes فم . عينا . منخرى الاسد etc.

[3] Hyde, p. 36 : « Prima stella appellatur « منخر الاسد *minchir al-asad* ; tertia est راس « الاسد الشمالى *ras al-asad al-schemali*; quarta « est راس الاسد الجنوبى *ras al-asad al-djenoubi*; stellæ quinta, sexta et septima vo« cantur الجبهة *al-djebha*; octava vocatur « ملكى *meliki* (Regulus); dicitur quoque « قلب الاسد *kalb al-asad*; stella vigesima « est ظهر الاسد *dhur al-asad*, hæcque stella « cum vigesimâ secundâ dicitur من الزبرة « *min al-zubra* (كاهل الاسد). الزبرة vo« catur quoque الخرتان *al-khortan*. Vigesima « septima stella est صرفة *serfa* vel ذنب الاسد *dseneb al-asad*. » Voyez ce que dit M. Ideler, p. 166, sur قنب الاسد *katib al-asad*; la note précédente pour الطرف *al-tharf*, et الاشفار *al-aschfar*, et Alfragan cité par Assemani, p. CXLIV.

[4] Voyez plus bas, p. 123 et suiv. sur le nom de الحوض *al-hhudh* (Lacus), donné aux informes de la Grande-Ourse et du Lion; Hyde ajoute, p. 37 : « In descriptione ul« timæ stellæ duo codices legunt قسين *kis« sin*, quod pro φύλλῳ κισσίνῳ Ptolemæi « positum existimo et quod exegetice addu« citur لبلاب *leblab* convolvulum in ge« nere significat. Pocockii codex pro *kissin* « legit كل نسترن *gul nesteren.* »

[5] السماك الاعزل le Lancier désarmé, que Scaliger appelle حزمة الحمال *huzmet al-*

Suivant Abderrahman Soufi (man. 1110, fol. 88 *v.*), les astronomes nomment cette étoile السنبلة l'Épi, et de même qu'*al-ramih*, ساق الاسد *sak al-asad*, parce que les deux simakhs سماك الرامح et سماك الاعزل sont considérés comme étant les deux jambes du Lion.

29. الميزان la Balance; huit étoiles, neuf informes [1]. Abderrahman Soufi fait observer, au sujet de la cinquième étoile (man. ar. 1110, fol. 90 *v.*), que, dans la plupart des versions de l'Almageste, on lui donne une latitude boréale de 1° 40′, et que cette faute a été reproduite dans les sphères arabes, mais qu'il faut lire : latitude australe, 1° 40′; et il ajoute (man. ar. 1110, fol. 91) :

وقد وقع على الكرات فيما بين زبانى الميزان حتى قد غير صورة الميزان عن جهتها ولم يكن بعد بطلميوس من يتامل هذه الصورة ويعرف هذا الكوكب فيرسمه فى موضعه فلما وقعت لهم الحيرة فى هذا الكوكب ولم يجدوه يقع فى الكرة (الكرات) على ما حكاه بطلميوس ولم يتصور لهم صورة الميزان صوروا صورة رجل واثبتوا الكوكب حيث وقعت من صورته وجعلوا فى يده ميزانا صغيرا ليس فيه شى من الكواكب واذا رسم عرض هذا الكوكب على الكرة فى الجنوب

hisal et العوا *al-auwa*, sont quelquefois nommés الانهران *al-anharan*. Les étoiles voisines de l'Épi sont عرش السماك *arsh al-simakh* ou عجز الاسد *adjaz al-asad*. العوا, appelé aussi البرد et ورك الاسد, se compose de plusieurs étoiles : زاوية, من العوا, مقدم القطاف, et باقى العوا, العوا. Les étoiles 22, 23, 24 et 25 sont nommées الغفر *al-gafr*. Voyez Hyde, pag. 39; M. Ideler, p. 168 et suiv. Assemani, p. CXLVII.

[1] Hyde, pag. 40 : « الزبانان *al-zubanan*, « Chelæ Scorpionis efficiunt الكفتان *al-* « *kiffatan*, duas Lances Libræ. » La première étoile est appelée زبانة جنوبى et الكفة الجنوبية, et la troisième زبانة شمالى et الكفة الشمالية.

مقدار ما وجدوه فى المجسطى فى الشمال وقع الكوكب خلف النير (الذى) على الزبانة على ما ذكره بطلميوس

La balance a été placée sur les sphères dans l'intervalle des deux serres, alors qu'on ne se servait plus déjà de cette dernière constellation, et personne depuis Ptolémée n'a porté sur cette figure un examen attentif, ni déterminé exactement la position de l'étoile dont il est question, afin de la mettre à la place qui lui convient; et comme il y avait de l'incertitude parmi les astronomes sur cette étoile, qu'ils ne la trouvaient point placée sur les sphères conformément aux indications de Ptolémée, et que de plus on ne leur avait pas dessiné la constellation de la balance, ils tracèrent eux-mêmes la figure d'un homme, et disposèrent les étoiles partout où elles se présentaient sur cette figure; puis il lui mirent à la main une petite balance sur laquelle ne se trouvait aucune étoile; et lorsqu'ils eurent assigné la latitude de celle dont il s'agit ici, sur la sphère, au midi, et de la même quantité que Ptolémée la donne pour le nord, cette étoile se trouva en arrière de la brillante qui est sur la serre comme l'a dit Ptolémée.

30. العقرب le Scorpion; vingt et une étoiles, trois informes.
جبهة la partie antérieure (*Chelæ*) [1].

[1] Les six premières étoiles sont appelées اكليل الجبهه *al-iklil al-djebha*, et la sixième en particulier جبهة العقرب ; la huitième est Antares قلب العقرب *kalb al-akrab*, et les deux petites étoiles qui l'avoisinent النياط. Viennent ensuite الفقرات *al-fikrat*, الشولة *al-schaula* et تالى الشولة *tali al-schaula*. M. Ideler, pag. 179 et suiv. Hyde, p. 41. Abderrahman Soufi (man. ar. 1110, fol. 95) écrit القفزات, au lieu de الفقرات, et il ajoute : والعرب تسمى الاثنين اللذين فى طرف الذنب وهما العشرون والحادى والعشرون الشولة وشولة العقرب وشولة الصورة وتسمى الابرة ايضا وسميت شولة لانها مشالة ابدا وهى المنزل التاسع عشر من منازل القمر. On nomme les deux étoiles qui sont à l'extrémité de la queue, savoir les vingtième et vingt-unième, *al-schaula*, la Queue, et aussi la Queue du Scorpion et la Queue de la figure du Scorpion; on les nomme encore le Dard; la dénomination de *schaula* vient de ce que la queue du Scorpion est toujours levée; c'est la dix-neuvième mansion de la lune. Voici les vingt-huit mansions ou domiciles de la lune dans l'ordre que leur assignaient les Arabes 1. الشرطين 2. البطين 3. الثريا 4. الدبران 5. الهقعة 6. الهنعة 7. الذراع 8. النثرة 9. الطرف 10. الجبهة 11. الزبرة 12. الصرفة 13. العوا 14. السماك 15. الغفر 16. الزبانا 17. الاكليل 18. القلب 19. الشولة 20. النعائم 21. البلدة 22. سعد الذابح 23. سعد بلع 24. سعد السعود 25. سعد الاخبية

31. الـرامـــى le Sagittaire (الـقـــوس); trente et une étoiles [1].

32. الجدى le Capricorne; vingt-huit étoiles [2].

33. الـدلـو (le Verseau); quarante-deux étoiles, trois informes. Nous lisons الدالى ودلوه. On appelle aussi cette constellation ساكب الما *sakib al-ma*; ses principales étoiles sont: سعد الملك *sa'd al-mulk*, سعد السعود *sa'd al-so'oud*, سعد بلع *sa'd bula*, سعد الاخبية *sa'd al-akhbia* et الضفدع الاول *al-difda al-awal* ou فم الحوت الجنوبي *fom al-haut al-djenoubi*, ou bien encore الظليم. On nomme cette dernière étoile *al-difda al-awal*, dit Abderrahman Soufi (man. arabe 1110, fol. 108 *v.*), parce

26. بطن. 28. الفرغ المؤخر. 27. الفرغ المقدم الحـوت. Le man. arabe n° 367 que M. Reinaud a eu l'obligeance de nous communiquer contient un assez long chapitre sur les mansions de la lune; nous y reviendrons.

[1] La première de ces étoiles était appelée quelquefois, si nous en croyons Hyde (p. 41) زج النشابة *zadj al-nuschaba;* suivant Abderrahman Soufi (man. ar. 1110, fol. 99 *v.* et 100 *r.*), les Arabes nommaient quatre des étoiles de cette constellation النعام الوارد *al-naam al-wared :* العرب تسمى الاول الذى على النصل والثانى الذى يتلوه على مقبض القوس والثالث الذى هو على الطرف الجنوبى من القوس والخامس والعشرين الذى على طرف اليد اليمنى من الدابة وهو على مربع منحرف الاثنان الشماليان منهما فى وسط المجرة والاثنان الجنوبيان فى الطرف الشرقى منها النعام الوارد لانها شبهت المجرة بنهر والنعام قد وردوا النهر. Voyez aussi man. 1111, fol. 96. Nous mentionnerons ensuite النعام الصادر *al-naam al-sadir* من النعام الصادرة. عرقوب *arkoub*, ركبة *rakba*, عين الرامى *ain al-rami*, الظلمين *al-dhalimain*, et الصردين *al-suradain*. M. Ideler, pag. 184. Abderrahman Soufi (*loc. cit.*) nomme, d'après les traditions arabes, les neuvième, dixième, onzième, douzième, treizième et quatorzième étoiles, *al-kelada* et *al-kelais*, et il place au-dessous d'*al-kelada* la vingt et unième mansion de la lune *al-beldah*. Voici ses expressions: وتسمى التاسع والعاشر والحادى عشر والثانى عشر والثالث عشر والرابع عشر القلادة والقلايص ايضا .... ويسمى ايضا الموضع الخالى تحت القلادة الذى ليس فيه كوكب البلدة وهو المنزل ٢١ من المنازل القمر

[2] Hyde, pag. 42, nous donne pour les noms des principales étoiles du Capricorne: سعد الذابح *sa'd al-dsabih*, سعد ناشرة *sa'd naschira*, ذنب الجدى *dseneb al-djedi;* Assemani, p. CLVIII, nomme encore, d'après Alfragan, الشاة *al-schah*, « exigua quæ est sub « oculo; » et M. Ideler, pag. 191, المحبين *al-muhibain*. Voyez, à ce sujet, Abderrahman Soufi (man. ar. 1110, fol. 103 *v.* et *r.*).

que la Brillante qui est sur la pointe méridionale de la queue de la Baleine s'appelle *al-difda al-thani* : لان النير الذى على الشوكة الجنوبية من ذنب قيطس يسمى الضفدع الثانى [1].

34. الحوت les Poissons; trente-quatre étoiles, quatre informes. On lit sur le Globe المقدمة. M. Ideler, pag. 202, se sert de l'expression السماكتين *al-semakataïn*, pour désigner les Poissons. Abderrahman Soufi (man. arabe 1110, fol. 111) s'exprime ainsi à ce sujet :

ذكر كوكبة الحوت وكواكبها اربعة وثلثون كوكبا من الصورة واربعة خارجة عن الصورة وهما سمكتان احدهما تسمى السمكة المتقدمة وهي على ظهر الفرس الاعظم فى الجنوب والاخرى على جنوب كوكبة المراة المسلسلة وبينهما خيط من كواكب يصل بينهما على تعريج والاول من كواكبها كوكب على فم السمكة المتقدمة [2]

Les étoiles de cette constellation sont au nombre de trente-quatre internes et de quatre externes; le premier des deux Poissons, appelé le Poisson antérieur, est placé près du dos de Pégase, du côté méridional, et l'autre est au sud d'Andromède; entre eux se trouve une série d'étoiles dans une direction inclinée. La première des étoiles de la constellation est sur la bouche du Poisson antérieur, etc.

CONSTELLATIONS MÉRIDIONALES [3].

35. قيطس la Baleine; vingt-deux étoiles; ذنبه sa Queue, بطنه son Ventre [4].

[1] Kazwini substitue الشعبة à الشوكة. Hyde ajoute, p. 43 : *Phiruzabadius meminit aliarum aliquot stellarum quæ vocantur* العانة al-ana, *his verbis* : العناة كواكب بيض اسفل من السعود.

[2] Voyez ce que dit M. Ideler, pag. 205, sur بطن الحوت, الرشا et عقد الخيطين. Assemani, p. CLXIII, se montre fort inexact pour l'indication des étoiles des Poissons.

[3] صور جنوبى. Hyde paraît avoir eu à sa disposition la partie du manuscrit d'Abderrahman Soufi qui se rapporte à ces dernières constellations.

[4] M. Ideler, p. 207, cite parmi les étoiles

36. الجوزا (ou plutôt الجبار le Géant) Orion; vingt-huit étoiles; منكبه اليمنى son Épaule droite, رجله son Pied (*rigel*) [1].

37. النهر le Fleuve; trente-quatre étoiles; اخر النهر la Dernière du Fleuve (*Acarnar*) [2].

38. الارنب le Lièvre; douze étoiles [3].

de cette constellation : الكف الجذما *al-kaf al-dschedsma*, النعامات *al-naamat*, النظام *al-nidham*. Voyez Hyde, pag. 44, et plus haut, p. 138, pour الضفدع الثانى *al-difda al-thani*.

[1] Hyde, p. 45 : « Talem descriptionem » habet Mohammed Tusæus in Tractatu de » Astrolabio: وبعد از دبران صورت جوزا برايدكه عوام انرا بهادر خوانند ومنجمان انرا جبار خوانند بر صورت مردى بود باكمر وباشمشير وبر دو دست اوكه بالاى سه كوكب كمر باشد دو ستاره روشن بود اما دست راست روشن تر بود وازو ارتفاع كيرند واورا يد الجوزا اليمنى كويند واز دو پاى اوكه در زير كمر وشمشير بود پاى چپ روشن تر وبزركتر بود وازو ارتفاع كيرند وبر ميان دو دست از بالا سه كوكب خرد بهم پيوسته باشد مانند سه نقطه كه بر ت رسد انرا راس الجبار كويند وهقعه از منازل قمر ان كوكب بود. Apud Phiruzabadium النسق *al-nasak* exponitur stellæ Orionis. » La première étoile d'Orion est هقعة, selon Abderrahman Soufi, que Hyde cite seulement pour les constellations méridionales : والعرب تسمى الاول من كواكبه (الجبار) هقعة وهقعة الجوزا ايضا وقد روى النحاى والنحيات والنحية والاثافى ايضا تشبيها به وهو المنزل الخامس من منازل القمر (man. arabe 1110, fol. 121). هقعة est pris aussi pour le nom des trois étoiles qui se trouvent sur la tête d'Orion, et l'une de ces trois étoiles est appelée ميساء ou ميسان. La seconde étoile d'Orion est منكب الجوزا ou يد الجوزا اليمنى, ou encore ابط et ذراع الجوزا; la troisième, المرزم *al-mirzam* ou الناجد *al-nadjid*. Parmi les autres étoiles de cette constellation nous mentionnerons الذوايب *al-dawaib*, التاج *al-tadj*, منطقة الجوزا *mintaka al-djouza* ou النظام *al-nidam*, et الفقار *al-fekar*, سيف الجبار *saif al-djebar* et نير السيف *nair al-saif*, اللقط *al-lakath* et الرجل اليمنى *al-ridjl al-iumna*. رجل الجوزا اليسرى (*rigel*) est aussi appelé راعى الجوزا *rai al-djouza* et الناجد *al-nadjid*. Voyez M. Ideler, p. 212 à 227; et Assemani, p. CLVII.

[2] Hyde, pag. 48, cite le passage entier d'Abderrahman Soufi (man. arabe 1110, fol. 125) sur cette constellation dont les principales étoiles sont : كرسى الجوزا المتقدم *kursi al-djouza al-mutekaddem*, ادحى النعام *udha al-naam* ou ازحى النعام *uzha al-naam*, القيض *al-kaid* ou البيض *al-baid*, الظليم *al-dhalim*, الريال *al-rial* ou الزبال *al-zibal*. Entre les étoiles 16, 17 et 19 du Fleuve se trouvent quatre petites étoiles qu'Abderrahman Soufi appelle صدر قيطس *sadr kitus*. Voyez ce que dit M. Ideler, p. 235, sur نير الزورق *nair al-zaurak*. On lit dans Assemani, pag. CLXIX : اخر النهر وهو الظليم.

[3] Les principales étoiles de cette constellation sont appelées كرسى الجوزا الموخرة *kursi al-djouza al-muakhera*, عرش الجوزا

39. الكلب الاكبر le Grand Chien; dix-huit étoiles, onze informes; العبور *al-abor* (Sirius) [1].

40. الكلب الاصغر le Petit Chien; deux étoiles; الغميصا *al-gomeïsa* [2].

41. السفينة le Navire; quarante-cinq étoiles; سهيل Canope [3].

42. الشجاع l'Hydre (*Serpens*); vingt-cinq étoiles, deux informes [4].

arsch al-djouza, et النهال *al-nihal*. Hyde, p. 49; M. Ideler, p. 236.

[1] Après *al-abor* (Sirius), appelé aussi par les Arabes الشعرى العبور *al-schira al-abor*, الشعرى اليمانية *al-schira al-iemania* et كلب الجبار *kelb al-djebar*, nous mentionnerons مرزم الشعرى *mirzam al-schira*, العذارى *al-adsara* (ou عذرة الجوزا *udrat al-djouza*), الفرود *al-furoud* ou القرود *al-kuroud* (الاغربة *al-agriba*), حضار والوزن *hadar w al-wesn* (المحلفين *al-muhlifaïn*). Hyde, pag. 53; M. Ideler, p. 237-252; Assemani, p. CLXXI.

[2] Voyez Golius, p. 1734 : «Canes majorem minoremque duas Canopi sorores constituere Arabes, cumque hoc oriente illa delitesceret, quasi fratris a se discessum plorare dicebatur et pati oculi fluxum.» Le Petit Chien est appelé ordinairement الكلب المتقدم *al-kelb al-mutekaddem*. *Al-gomeïsa* est aussi nommée الشعرى الشامية *al-schira al-schamia* et الشعرى الغميصا *al-schira al-gomeïsa*. On peut citer encore ذراع الاسد المقبوضة *dsira al-asad al-mekbuda*. Hyde, pag. 55; M. Ideler, p. 252 et suiv. On trouve dans Assemani, p. CLXXIII : «المرزم *al-mirzam* quæ est in Collario. Notandum tum stellam hanc scilicet *al-mirzam*, tum eam quæ in anteriore majoris Canis pede est, unum idemque nomen præ se ferre. Geminæ istæ stellæ nuncupantur ab Arabibus مرزمان *mirzaman*.»

[3] Abderrahman Soufi, que Hyde continue de citer, pag. 60, rapporte que les étoiles voisines de Canope sont appelées سهيل بلقين وسهيل حضار وسهيل رقاس وسهيل الوزن وسهيل المحلف. Le ms. 1110, fol. 136, ne donne pas les points diacritiques; mais on lit dans le man. 1111 : بلعين et رفاس. Voyez, sur ces divers noms et sur الفحل *al-fahl* et البقر *al-baker*, Hyde, p. 61; et M. Ideler, p. 249, 263, 264 et 265. Voy. aussi M. de Hammer, *Ueber die Sternbilder der Araber und ihre eigenen Namen für einzelne Sterne*. Mines de l'Orient, in-fol. t. I[er], p. 14; et t. II, p. 238. On sait que la Voie lactée traverse le Navire, et que c'est là qu'elle jette le plus de lumière. Les Arabes appelaient la Voie lactée طريق اللبانة ـ طريق التابن ـ امّ السما ـ مجرة, etc.

[4] On peut citer منخر الشجاع *minkhir al-schudjâ*, من الاعزل *min al-a'zal* (comme si elles appartenaient à la Vierge), عنق الشجاع *unak al-schudjâ*, فرد الشجاع *ferd al-schudjâ* ou فقار الشجاع *fekar al-schudjâ*; et d'après Abderrahman Soufi (Hyde, p. 63, et man. arabe 1110, fol. 141), الشراسيف *al-scherasif*, الخيل *al-kheil*, et فلا الخيل *fela al-kheil*. Tizini fait une constellation particulière de الخيل الرعا.

43. الكاس (ou plus ordinairement الباطية *al-batia*) la Coupe; sept étoiles. Les Arabes les appellent المعلف *al-ma'laf* (*Præsepe*).

44. الغراب le Corbeau; sept étoiles [1].

45. القنطورس le Centaure; trente-sept étoiles [2].

46. السبع (*Fera*) le Loup, et quelquefois الفهد *al-fehd* et الاسدة *al-asada;* dix-neuf étoiles.

47. المجمرة l'Autel; sept étoiles.

48. الاكليل الجنوبي la Couronne Méridionale; treize étoiles [3].

49. الحوت الجنوبي le Poisson Austral; onze étoiles, et douze selon Ptolémée; فم الحوت la Bouche du Poisson [4].

Telles sont les constellations marquées sur le globe de la Bibliothèque royale; douze ont des noms différents de ceux que nous trouvons portés sur les globes de Dorn et d'Assemani; une autre n'est pas même mentionnée dans le mémoire du savant anglais. Un grand nombre d'étoiles primitivement gravées sur l'instrument ont été effacées par le temps; il serait nécessaire de les restituer sur le dessin qu'on en doit faire: nous ne doutons pas que les soins éclairés de M. Jomard ne parviennent à remplir les lacunes que nous avons signalées.

[1] Selon Kazwini, ces étoiles sont nommées par les Arabes عجز الاسد *adjz al-asad,* عرش السماك الاعزل *arsch al-simak al-azal,* الاجمال *al-adjmal* et الخبا *al-khiba;* d'après Oloug Beg, la première est appelée منقار الغراب *minkir al-gorab*, et la quatrième جناح الغراب الايمن *djenah al-gorab al-aïmen.* Hyde, p. 65; M. Ideler, p. 273.

[2] Les Arabes appellent les étoiles réunies du Centaure et du Loup (*Feræ*) الشمارخ *al-schemarikh* (Hyde, p. 66; Abderrahman Soufi, man. ar. 1110, fol. 148). La trente-cinquième et la trente-sixième étoile du Centaure sont حضار والوزن *hadar w al-wesn* ou المختلفين *al-muhtalifaïn* (voy. plus haut, p. 140, note 1) et المحنثين *al-muhnathein.* La trente-cinquième étoile est nommée par Oloug Beg رجل القنطورس *ridjl al-kentauros.* M. Ideler, p. 275 et 5.

[3] Hyde, pag. 68, cite un long passage d'Abderrahman Soufi sur cette constellation, qui est aussi appelée القبة *al-kubba* et ازحى النعام (ادحى) *azha* ou *udha al-naam.* Voyez ce que nous avons dit sur le Sagittaire, et M. Ideler, p. 281.

[4] Cette étoile, appelée aussi الضفدع الاول et الظليم, est commune au Poisson austral et au Verseau. Voyez plus haut, p. 137 et 138; Assemani, p. CLXXXII. La nomenclature des constellations, qui se trouve dans le man. arabe n° 367, fol. 23, n'offre rien de nouveau.

Nous allons maintenant passer à l'astrolabe sphérique [1].

Cet instrument se compose de deux sphères inscrites [2] de manière que la surface convexe de l'une touche la surface concave de l'autre.

On trace sur la première (la circonscrite) l'écliptique et l'équateur, les étoiles fixes, les heures, les almicantharats et les azimuts, afin de s'en servir comme on le ferait de la sphère proprement dite [3]; ces constructions [4] sont celles qui se rapportent au premier mouvement, savoir au mouvement diurne; et ce que la première sphère comprend de cercles et d'étoiles devra se trouver en rapport avec ce que comprend la seconde sphère.

Voici comment on exécute ces constructions :

Prenez une sphère de cuivre parfaitement exacte, et tracez dessus deux cercles dont l'un passe par les pôles de l'autre, comme on le fait pour la sphère à l'égard du cercle qui passe par les quatre pôles (le colure des solstices) et l'équateur. Vous prendrez le premier de vos deux cercles pour l'horizon, et le second pour le méridien, et vous nommerez l'un des pôles de l'horizon *semt al-ras* [5], le zénith, et l'autre *semt al-ridjl* [6], le nadir. Vous nommerez de même l'un des pôles du méridien point d'est, et l'autre point d'ouest. De cette manière, le point sud et le point nord se trouveront déterminés, et l'horizon sera partagé par ces quatre points en quatre parties égales.

Procédez alors au tracé des azimuts :

Pour cela, divisez chaque cadran de l'horizon en 90 degrés;

[1] Man. arabe 1148, fol. 32 : فى وضع الاسطرلاب الاكرى.

[2] *Ibid.* ويتهيا على الاجمال بعمل اكرتين. اكرة est synonyme de كرة. Voyez Castell, au mot اكر.

[3] Man. arabe 1148, fol. 32 : والمقصود منه هو المقصود من الكرة.

[4] *Ibid.* fol. 33 : اوضاع

[5] *Ibid.* سمت الراس

[6] *Ibid.* سمت الرجل

marquez ces degrés; puis écrivez les nombres correspondant aux divisions, en commençant pour chacun des deux cadrans orientaux au point d'est, et pour les deux cadrans occidentaux au point d'ouest, et en finissant au méridien. Ensuite faites passer un demi-cercle par chacun des points de division du demi-cercle oriental, par le point opposé du demi-cercle occidental, et par le zénith; tous ces demi-cercles marqueront les azimuts de degré en degré; si l'instrument était trop petit pour recevoir cette division de degré en degré, vous y adapteriez celle qui vous paraîtrait le plus convenable.

Procédez ensuite au tracé des almicantharats:

Pour cela divisez en 90 parties égales l'un des deux cadrans du méridien qui sont sur la moitié visible de la sphère; puis faites passer par chaque point de division un cercle dont le pôle soit au zénith; ces cercles seront parallèles à l'horizon, et vous tracerez tous ceux que vous pourrez décrire avec le compas; ce sont les almicantharats; ils marquent les hauteurs de degré en degré; écrivez les nombres qui leur correspondent auprès du méridien, en commençant à l'horizon et en finissant au zénith; si la petitesse de l'instrument ne permet pas la division de degré en degré, vous y adapterez celle que vous jugerez la meilleure.

Procédez ensuite au tracé des heures:

Prenez avec le compas sur le cercle de l'horizon une quantité égale à la latitude du lieu, pour lequel vous voulez tracer les heures, et, conservant l'ouverture du compas, posez l'une de ses pointes sur le point nord, et avec l'autre pointe faites une marque sur le méridien du côté du zénith, si la latitude est septentrionale, et du côté du nadir, si la latitude est méridionale. Cette marque sera celle du pôle nord de l'équateur; déterminez ensuite le pôle sud qui est le point directement

opposé au pôle nord, ce qui est très-facile à faire. Après cela posez les deux axes *du tour* sur ces deux pôles [1], et tracez sur la demi-sphère inférieure [2] trois arcs, savoir : l'arc compris entre le lever et le coucher du commencement de l'Écrevisse; l'arc compris entre le lever et le coucher du Bélier, et l'arc compris entre le lever et le coucher du Capricorne, dans le lieu donné. Divisez ces trois arcs chacun en douze parties égales; faites passer, par le premier point de division de l'arc du Bélier, un arc prolongé, d'une part (nord) jusqu'à la première division de l'arc de l'Écrevisse, et de l'autre (sud) jusqu'à la première division de l'arc du Capricorne; faites de même à l'égard des autres divisions. Ces arcs ou courbes seront les limites des heures de temps dans le lieu proposé. Ensuite écrivez les nombres qui leur correspondent, en commençant du côté du point d'ouest.

Quant aux heures égales, ces heures commencent à midi, et il suffit pour les tracer de diviser en douze parties égales l'arc du milieu (celui du Bélier) d'entre les trois arcs ci-dessus indiqués; ensuite on mène, par chaque division, des arcs de grand cercle perpendiculaires à l'équateur, et terminés aux deux autres arcs (de l'Écrevisse et du Capricorne), construction qui est manifeste. Ces arcs de grand cercle seront les limites des heures égales. On écrira sur chacune de ces limites le nombre qui marque l'heure à laquelle elle répond, en commençant au méridien et en allant vers l'est et vers l'ouest; mais si on les fait commencer à l'horizon occidental (c'est-à-dire si on ne marque que les heures égales qui répondent

[1] Man. ar. 1148, fol. 34 : محوري آلة الخرط في هذين القطبين. Ce passage répond suffisamment à l'opinion de ceux qui prétendent que les Arabes ne connaissaient point le tour ou ne s'en servaient pas vers le milieu du VI[e] siècle de l'hégire. Jourdain, *Mém. sur l'Observ. de Meragah*, p. 30.

[2] الاسفل Cette expression n'est pas tout à fait juste, puisqu'il s'agit ici des portions visibles des parallèles de ♋. ♈. et ♑.

aux douze heures de temps), il faudra diviser chacun des trois arcs par le nombre des degrés de révolution qui répondent aux heures égales de la nuit dans le lieu donné, et on commencera les divisions du côté de l'ouest. Ensuite on fera passer par la première division des trois parallèles un arc qui marquera la limite de la première heure; on déterminera de même les autres heures, et on écrira les nombres correspondants en commençant vers l'ouest.

Procédez ensuite au tracé des latitudes des lieux[1]. Pour cela percez dans la sphère des trous cylindriques dont le centre soit sur le cadran du méridien compris entre le zénith et le point nord, et en même temps sur chacun des almicantharats, quoique cette condition ne soit pas absolument nécessaire, mais seulement préférable, ainsi que celle de faire ces trous en nombre égal à celui des almicantharats. Après cela percez d'autres trous à l'opposite des premiers, et écrivez à côté la latitude à laquelle ils répondent.

Le trou qui est sur la commune section de l'horizon et du méridien est pour un lieu qui n'a pas de latitude, et celui qui est au zénith répond au lieu qui a 90° de latitude.

Après cela construisez le *chebakah* [2]; et pour cela prenez une demi-sphère parfaitement exacte, et telle qu'étant posée sur la sphère sur laquelle on a tracé les almicantharats et les azimuts, elle les touche par tous les points de sa surface interne. Puis tracez sur un plan un contour (grand cercle) extérieur de la demi-sphère, ce qui est très-facile; puis divisez l'un des cadrans de ce cercle en 90 parties égales; écrivez les nombres répondant aux divisions, et nommez ce cadran *le cadran divisé*. Enlevez avec la lime le bord de la surface exté-

[1] Man. ar. 1148, fol. 35 : عروض البلاد. — [2] الشبكة le Réseau ou l'Enveloppe (*Rete*). Voyez les planches, fig. 20.

rieure de la demi-sphère jusqu'à la surface intérieure, de manière que l'arête devienne commune aux deux surfaces extérieure et intérieure; cette commune arête, qui est l'écliptique, sera un grand cercle.

Après cela, prenez avec le compas sur l'horizon 90 degrés; puis posez la demi-sphère sur la sphère, et faites coïncider l'écliptique avec l'horizon. Alors posez l'une des pointes du compas, dont vous aurez conservé l'ouverture, sur le point d'est, et avec l'autre pointe tracez sur la demi-sphère un arc occulte (qui sera ou non un demi-grand cercle); posez de même la pointe du compas, toujours avec la même ouverture, sur les points nord, ouest et sud, et tracez successivement trois arcs occultes, comme vous avez fait pour le premier. Si les quatre arcs ainsi tracés se coupent en un seul et même point, ce point sera le pôle de l'écliptique; mais s'ils se coupent en quatre points différents, le centre du quadrilatère sphérique sera le pôle de l'écliptique; et si on mène avec un *mastrah* [1] deux de ses diagonales [2], elles se couperont sur le pôle même de l'écliptique.

Après cela prenez avec le compas, sur le cadran divisé, une quantité égale à l'inclinaison de l'écliptique, et, posant l'une des pointes sur le pôle de l'écliptique, faites avec l'autre pointe une marque sur la surface de la demi-sphère; cette marque, en quelque point qu'elle soit, indiquera le pôle de l'équateur. Prenez avec le compas, sur le cadran divisé, l'arc de 90 degrés, et posant l'une des pointes sur le pôle de l'équateur, décrivez avec l'autre pointe un demi (grand) cercle sur la surface de la demi-sphère; ce demi-cercle représentera la moitié de l'équateur, depuis le commencement de la Balance jusqu'au commencement du Bélier; divisez ce demi-cercle en 180

[1] Man. arabe 1148, fol. 36 : بالمسطرة, règle (droite ou courbe). — [2] *Ibid.* قطراه.

parties; marquez ces parties et les nombres qui leur correspondent; enfin divisez l'écliptique en douze parties égales et chaque signe en degrés; puis écrivez les noms et les nombres qui indiquent les divisions, comme pour la sphère.

Procédez ensuite au tracé des étoiles.

Pour avoir la projection d'une étoile, il faut d'abord chercher sa longitude pour l'époque à laquelle se rapporte la construction de l'astrolabe; marquez cette longitude sur l'écliptique, puis, par la marque que vous venez de faire, menez au pôle de l'écliptique un arc occulte, lequel est évidemment un cadran de grand cercle. Après cela prenez avec le compas, sur le cadran divisé, une quantité égale au complément de la latitude de l'étoile dont il s'agit, et, conservant l'ouverture du compas, posez l'une des pointes sur le pôle de l'écliptique, et avec l'autre pointe faites une marque sur le quart de cercle occulte; cette marque indiquera la position du centre de l'étoile. Projetez de même les autres étoiles qu'on a coutume de projeter, et telles autres qu'il vous plaira; ou, si vous le préférez, faites vos projections au moyen de la déclinaison et du degré de passage.

Percez ensuite dans le chebakah deux trous circulaires dont le diamètre soit égal à celui des trous que vous avez faits pour les latitudes, et que l'un de ces deux trous soit au pôle du monde et l'autre au pôle de l'écliptique. En perçant un trou au pôle de l'écliptique, nous nous écartons de la coutume; mais c'est à cause de l'utilité dont il peut être pour trouver les longitudes et les latitudes des étoiles.

Après cela grattez la demi-sphère jusqu'à ce qu'il ne reste plus dessus que l'écliptique, le lieu des étoiles et l'arc de l'équateur; puis construisez, pour prendre la hauteur, un suspenseur que vous attacherez au chebakah, à l'extrémité du

90e degré de la demi-circonférence de l'équateur, et vous le poserez avec soin, de manière qu'il ne recouvre aucune partie de l'équateur.

Faites aussi une languette [1] de forme triangulaire, et telle qu'elle puisse s'appliquer exactement sur la surface de la sphère, et que la ligne menée de son sommet au milieu de sa base soit un quart de grand cercle ; à l'extrémité de cette ligne et sur la base percez un trou égal à l'un de ceux que vous avez faits pour les latitudes; de cette manière, lorsque vous appliquerez la languette sur le chebakah et que le trou de la languette sera sur celui du pôle du monde, si vous fixez la languette au chebakah par un axe, l'extrémité de cette languette terminée en pointe [2] se trouvera sur l'arc de l'équateur; et quand la languette tournera sur son axe, son extrémité parcourra l'équateur; enfin on pose sur l'extrémité de la languette un gnomon dans la direction d'un rayon de la sphère; on peut imaginer comment, au moyen du chebakah, on connaîtrait la hauteur d'une étoile ou celle du soleil, en supposant que l'écliptique fût le cercle de hauteur, ce qui est évident.

Enfin faites un axe qui, entrant par le pôle du monde, traversera le chebakah et la sphère; et lorsque le chebakah tournera, chaque étoile et son parallèle suivront le même mouvement.

Les développements dans lesquels nous venons d'entrer nous permettront de passer rapidement sur la description du *chamilah* [3], qui termine la série des instruments sphériques des Arabes.

Chamilah.

Le chamilah se compose, 1° d'une demi-sphère creuse, parfaitement exacte; le centre de sa surface convexe est le même

[1] Man. arabe 1148, fol. 37 : صفيحة.
[2] *Id.* مستدق.
[3] الشاملة. Voy. les planches, fig. 21, 22 et 23. Man. ar. 1148, fol. 38, 47, 49 etc.

que celui de sa surface concave, dont la circonférence extrême est un grand cercle, le cercle de l'horizon, qui se divise en trois cent soixante parties égales; 2° d'un anneau à quatre faces, qui coïncide avec le cercle de l'horizon et qui est divisé comme celui que nous avons précédemment décrit; 3° d'un shafiah de cuivre, de forme ronde et d'une circonférence égale à celle du cercle de l'horizon.

On trace sur cet instrument les azimuts et les almicantharats de degré en degré; ensuite on place près de la circonférence du shafiah un cercle qui représente l'écliptique divisée en douze parties, avec les noms des douze signes et leur subdivision en degrés; on peut y ajouter le carré des deux ombres, les heures de temps, l'ombre khouarzemi (ou *khowarezmi*); en un mot les constructions que nous avons indiquées pour le quart de cercle. Une alidade garnie de deux pinnules est attachée au centre du shafiah, au moyen d'un axe qui lui permette de tourner d'un mouvement facile, et sert à prendre la hauteur. On fait ensuite, avec la lime, une entaille dans la demi-sphère, à partir de l'anneau de l'horizon jusqu'au pôle de l'horizon, et cette entaille reçoit le cercle du méridien. Le demi-cercle, que nous donnons, fig. 23, divisé en 180 degrés et placé sur l'écliptique, depuis le commencement du Bélier jusqu'au commencement de la Balance, servait à déterminer l'arc du jour et de la nuit, les coascendants des signes, et l'obliquité, qu'Aboul-Hhassan faisait pour son temps de 23° 35′ [1].

Astrolabes planisphères.

Après avoir parlé des instruments sphériques des Arabes, nous allons nous occuper de leurs planisphères [2], et cette partie de notre travail présentera, nous l'espérons, quelque intérêt, parce qu'elle s'appuiera sur la description de plusieurs de ces instruments que possède aujourd'hui la Bibliothèque royale.

[1] Man. ar. 1148, fol. 40. — [2] *Ibid.* fol. 41 : فى وضع الالات الحادثة من تسطيح الكرة .

Les Arabes ont donné un soin particulier aux projections; non-seulement ils ont fait une ingénieuse application du traité de Ptolémée sur le planisphère, qu'eux-mêmes nous ont transmis, mais encore ils ont complété et perfectionné les théories des Grecs [1]. Les différentes espèces d'astrolabes planisphères que l'on construisait à la fois à Bagdad, au Caire et en Espagne, attestent leurs progrès dans la partie mécanique de la science; et nous savons que, dès le IXe siècle de notre ère, les astronomes d'Almamon se servaient d'instruments de ce genre faits avec un soin remarquable. Oronce Finée nous a donné la traduction d'un petit traité sur l'astrolabe de Mashallah [2], qui florissait vers l'année 815 de J. C. et Hyde cite fréquemment [3] un traité analogue d'Alfragan, qui n'a jamais été traduit et dont il n'existe à Paris aucune copie. Le surnom d'*Astharlabi* que portent plusieurs astronomes arabes de la même époque prouve que l'on s'occupait très-particulièrement de la construction d'astrolabes. Ebn Iounis cite avec éloge Ali ben Isa *al-Asterlabi* et Ahmed ben Ali de Wasith; mais il n'entre dans aucun détail sur les instruments qu'ils employaient pour leurs observations [4]. M. Jomard a fait récemment l'acquisition d'un astrolabe construit en 912 pour le fils du khalife Almoktafi Billah, et appartenant à M. Barbier, conservateur de la Bibliothèque particulière du roi, par l'intermédiaire de M. le chevalier Amédée Jaubert. C'est le plus ancien instrument de cette espèce que nous possédions, et nous le décri-

[1] Voyez, ci-après, ce que nous dirons sur l'astrolabe d'Hipparque.

[2] Voyez *Reisch. Margarita philosophica ab Orontio Finæo locupletata*, et notre Introduction aux Tables astronomiques d'Oloug Beg, t. Ier, p. 38 et 47.

[3] Hyde, *Tabula stellarum fixarum ex observ. Ulugh Beighi etc., passim*. Voyez aussi Golius, *Notæ in Alferganum*, p. 160.

[4] Ebn Iounis, Extrait publié par M. Caussin dans le tome VII des Notices et extraits des man. p. 38, 50, 82. Voyez aussi notre Introduction aux Tables astronomiques d'Oloug Beg, t. Ier, p. 47.

rons plus loin; mais, avant d'aborder ce sujet, nous dirons quelques mots du *mésatirah* [1], instrument qui dépend de la projection du cercle de l'horizon, des cercles de hauteur et des azimuts, et des parallèles à l'équateur pour un horizon donné. On compte quatre espèces de mésatirah; les deux premières sont construites sur un plan parallèle à l'horizon, les deux autres sur un plan parallèle au méridien.

Première espèce [2] : soit la latitude du lieu pour lequel se fait cette construction de 30 degrés dans l'hémisphère boréal; tracez trois cercles concentriques, comme on le voit dans la figure, puis écrivez, entre le plus grand de ces cercles et celui du milieu, les multiples de cinq, et marquez la subdivision en degrés entre le cercle du milieu et le plus petit. Ce dernier sera le cercle de l'horizon et son centre le zénith. Tirez deux diamètres qui se coupent à angles droits, et soit AB la ligne méridienne et CD la ligne d'est et ouest; divisez ensuite chacun des cadrans de l'horizon en 90 parties égales, et écrivez les nombres des degrés comme nous l'avons indiqué plus haut; C sera le point est et D le point ouest.

Vous tracez ensuite, au moyen du *mastrah* (de la règle), les almicantharats de 5 en 5 degrés, puis les parallèles septentrionaux et méridionaux; vous posez le mastrah sur le point est et sur le point de la plus grande hauteur de la tête du Bélier dans le lieu donné, c'est-à-dire à 60 degrés du cadran nord-ouest, et vous faites sur la section avec la ligne AB une marque qui est le pôle nord de l'équateur. Il est facile d'avoir les heures de temps et la ligne de l'ashre, puis de tracer les étoiles fixes, visibles dans le lieu donné et l'azimut de la kiblah. Enfin l'on construit une alidade garnie de deux

[1] المساترة. Man. arabe 1148, fol. 42. — [2] *Ibid.* fol. 43. Voyez les planches, fig. 24.

pinnules, que l'on fait tourner sur le centre de l'horizon au moyen d'un axe.

La seconde espèce de mésatirah [1] se compose du cercle de l'horizon, tel que nous venons de l'expliquer; de l'équateur et du parallèle du commencement des signes, de 5 en 5 degrés. On y trace aussi les almicantharats, les heures de temps, l'ashre, etc.

Quant aux deux dernières espèces de mésatirah [2], nous avons dit qu'elles étaient construites sur un plan parallèle au méridien; elles comprennent, outre le cercle du méridien, l'horizon, les almicantharats et les azimuts, l'équateur et ses parallèles, les arcs de révolution de la sphère, les étoiles fixes, etc. Le pôle du méridien est le point de projection; soit A le zénith et B le nadir, C le point nord et D le point sud; le diamètre CD représentera l'horizon, et AB le premier vertical ou premier azimut.

Vous procédez ensuite au tracé des almicantharats de 5 en 5 degrés au moyen du mastrah, puis au tracé de l'équateur et de ses parallèles; et pour cela vous prenez dans le cadran AC du méridien (cadran nord visible) la latitude du lieu pour lequel se fait la construction, savoir 30 degrés, et vous faites une marque à l'extrémité de ces 30 degrés. Cette marque vous donne le pôle nord, et le point opposé dans le cadran DB le pôle sud. Vous joignez ces deux pôles par un diamètre qui est l'horizon droit; puis vous prenez dans le cadran DA, à partir du 60e degré, qui est le maximum de hauteur de la tête du Bélier dans le lieu donné, un diamètre FO qui se termine dans le cadran BC à 60 degrés du point C, et ce diamètre est le cercle équinoxial ou l'équateur. Vous tracez ensuite les parallèles

[1] Man. arabe 1148, fol. 55. Voyez les planches, fig. 25.

[2] Man. arabe 1148, fol. 57, 58 (49, 50), 59 et suiv. Voyez les planches, fig. 26.

septentrionaux et méridionaux, les arcs de révolution de la sphère, les étoiles fixes; puis vous construisez comme d'ordinaire une alidade garnie de ses deux pinnules, etc.

L'écliptique n'est point marqué sur le mésatirah [1].

Nous allons maintenant passer à la projection de l'astrolabe [2].

On a donné le nom d'astrolabe à plusieurs espèces d'instruments très-différents; nous avons décrit plus haut l'astrolabe de Ptolémée, qui se rapproche beaucoup des armilles. L'astrolabe des Arabes, au contraire, n'est à proprement parler que le planisphère de l'astronome d'Alexandrie, sur lequel on plaçait une règle avec deux pinnules pour mesurer la hauteur d'un astre. Cet astrolabe planisphère est donc une projection des cercles de la sphère sur un plan qui permet de trouver les ascensions droites, les déclinaisons, les amplitudes, les hauteurs, les levers et les couchers des étoiles, etc. Les Arabes sont arrivés à un très-haut degré de perfection dans la construction de cet instrument, et l'on sait que plusieurs de leurs astronomes ont reçu, comme titre honorifique, le surnom d'*Asterlabi* (الاسطرلابى) [3].

Mais, avant de faire connaître ce qu'Aboul-Hhassan nous apprend sur les astrolabes, nous allons exposer succinctement quelles sont les différentes pièces dont ils se composent, afin d'éclaircir ce que le sujet pourrait offrir d'obscur et de nous éviter en même temps des redites souvent inutiles [4].

[1] Man. arabe 1148, fol. 43.

[2] *Ibid.* fol. 61.

[3] Voyez Caussin, traduct. des premiers chapitres d'Ebn-Jounis, pag. 38.

[4] Parmi les auteurs qui écrivirent sur l'astrolabe, M. Caussin, *loc. laud.* p. 88, cite Clavius et Henrion. On peut voir, dans la Bibliographie astronomique de Lalande, p. 922, la nomenclature de ceux qui ont traité le même sujet. Nous mentionnerons particulièrement : Hermann le Contract, dont nous avons retrouvé quelques fragments imprimés dans le *Thesaurus anecdotorum* de Pez; Stœfler, Gaspar Colb, 1533; Oronce Finé, 1534; Kœbelius, 1535; Jaquinot, 1545; de Roias et Gemma Frison,

L'astrolabe planisphère se divise en trois parties distinctes :

La première comprend la face et le dos de l'astrolabe. La face de l'astrolabe (وجه الاسطرلاب, *facies astrolabii*) est ordinairement partagée en trois cent soixante degrés de dix en dix, et en vingt-quatre heures ; ces divisions sont marquées sur ce qu'on appelle le limbe de l'astrolabe (حجرة ـ كفة الاسطرلاب, *limbus astrolabii*) ; la concavité à laquelle ce limbe se trouve réuni, et où l'on place les autres planches de l'instrument, se nomme la mère de l'astrolabe (امّ الاسطرلاب, *mater astrolabii*).

Le dos de l'astrolabe (ظهر الاسطرلاب, *dorsum astrolabii*) contient plusieurs cercles concentriques où l'on inscrit : 1° les degrés des hauteurs de dix en dix ou de cinq en cinq jusqu'à quatre-vingt-dix pour chaque cadran ; 2° les degrés du zodiaque de dix en dix jusqu'à trente pour chaque signe ; 3° les noms des douze signes ; 4° les jours de l'année pour chaque mois ; 5° les noms des douze mois. Dans l'intérieur on peut tracer les arcs des heures inégales, le carré des deux ombres, etc.

La seconde partie se compose d'une ou plusieurs tablettes planes ou shafiahs (صفيحة, *tympanum*) sur lesquelles sont marqués les almicantharats (المقنطرات, *circuli progressionum*) de six degrés en six degrés [1], depuis l'horizon jusqu'au zénith ; le premier de ces almicantharats est l'horizon droit ou oblique qui sépare l'hémisphère supérieur de l'hémisphère inférieur,

1550 ; Stempelius, 1602 ; Ritter, dont nous parlerons plus loin, et Bion, 1702.

[1] Voyez Caussin, *loc. laud.* pag. 120, et le Traité de l'astrolabe d'Aboul-Hhassan Kouthyar, indiqué par ce savant. On lit dans le man. 1157, f. 63 : باب دوم در معرفت قسمت اسطرلاب اكر قسمت اسطرلاب ومقنطرات يك يك كرده باشد اسطرلاب تام بود واكر دو دو اسطرلاب نصفى بود واكر سه كان اسطرلاب ثلثى بود واكر پنج كان اسطرلاب خمسى بود واكر شش كان سدسى ونه كان تسعى وده كان عشرى etc.

c'est-à-dire que tout ce qui est, soit au-dessus, soit au-dessous de ce cercle, est au-dessus ou au-dessous de l'horizon du lieu pour lequel se fait la construction ; le centre de l'almicantharat en est le zénith.

On trace ensuite les azimuts (السموت, *circuli verticales*), et les deux diamètres qui se coupent à angles droits au centre de la tablette représentent la ligne méridienne et l'horizon droit. On marque en même temps les deux tropiques et le cercle équinoxial et, au-dessous de l'horizon, les arcs des heures inégales et la ligne du crépuscule et de l'aurore (خط الشفق والفجر, *linea crepusculina*). On peut encore tracer, sur chacune des planches, les arcs des douze maisons célestes; puis l'on indique en dernier lieu le nom et la latitude du pays pour lequel se fait la construction; en supposant la hauteur du pôle de quarante-huit degrés sur la première planche, nous pouvons faire les mêmes tracés de l'autre côté de la tablette pour une hauteur de quarante-six degrés, et ainsi de suite pour les autres.

La troisième partie de l'astrolabe est l'araignée ou l'alancabuth (العنكبوت, *aranea, rete, volvellum*), qui contient les douze signes du zodiaque avec leurs degrés, de cinq en cinq ou de dix en dix, et les étoiles fixes les plus remarquables dont la place est marquée par des dentelures (ou *al-muri*). Les signes et les étoiles qui se trouvent entre le cercle équinoxial et le centre de l'astrolabe sont septentrionaux, et ceux qui sont en dehors vers le parallèle du Capricorne sont méridionaux.

Il nous reste à mentionner les différentes pièces qui complètent la composition de l'instrument:

C'est d'abord l'alidade ou traverse [1] (العضادة, *mediclinium, regula, sive volvella*) garnie de deux pinnules; l'un des côtés de

[1] Voyez les planches, fig. 27.

l'alidade passe par le centre de l'astrolabe, sur une ligne droite qu'on appelait ligne de direction خط الترتيب (*linea fiduciæ*).

Vient ensuite l'anneau de suspension[1] الحلقة والعلاقة (*armilla suspensoria*), appelé *alanthica, alphantia* ou *abulantica*[2]; l'anse العروة et الحبس (l'*alhabos* de Kœbelius, *armilla reflexa*) ou le clou qui joint l'anneau supérieur à l'astrolabe, au moyen d'une plaque circulaire fixée à vis sur l'instrument (*armilla fixa*). On lit, dans le ms. 1157, fol. 63 : كرسى آن افزونيست بركوشهٔ امركه عروة وحلقة وعلاقة بروى محكم كرده اند.

Au centre de l'astrolabe on laisse subsister un trou المحن (l'*almehan*) qui traverse l'araignée et toutes les tablettes; ce trou est de forme ronde et entouré d'un cercle الفلس (l'*alphelath*)[3]; on y place un axe percé à son extrémité[4], ou un essieu المحور ou القطب (l'*alchitot*), et on ajoute un écrou ou une clavette[5] en forme de cheval الفرس (l'*alpherath*) pour achever la construction[6].

Nous allons maintenant résumer les explications qu'Aboul-Hhassan nous donne sur l'astrolabe septentrional. Voici, en premier lieu, celles qui se rapportent à la projection des parallèles:

Soit ABCD le cercle du méridien; le point D le pôle sep-

[1] Voyez les planches, fig. 28.

[2] *Ibid.* fig. 29.

[3] *Ibid.* fig. 30.

[4] *Ibid.* fig. 31.

[5] *Ibid.* fig. 32.

[6] Le Traité de l'astrolabe, écrit en persan, qui se trouve dans le manusc. 1157, fol. 62 et suiv. nous a beaucoup servi pour la signification de quelques termes techniques. C'est ainsi qu'il nous apprend qu'on appelait لبنة وثقبة les deux pinnules de l'alidade percées chacune d'un petit trou; مرى عضادة l'extrémité de l'alidade; حجرة la partie circulaire et supérieure de la mère de l'astrolabe qui comprend l'indication des 360 degrés: حجرة آن حلقة است بر روى امر وبسيصد (بسه صد) وشصت قسمت كرده وابتداء قسمت از خط علاقة يعنى وسط; مدير: التما l'appendice inhérent à l'araignée et qui sert à la faire tourner; ممسكة la petite cavité pratiquée ordinairement dans la mère de l'astrolabe, et ميخ le clou, l'appendice destiné à maintenir dans une position fixe les diverses planches ou *shafiahs*, etc. Voy. aussi man. lat. de la Bibl. royale, n° 7298, fol. 70 et 71. Le petit Traité de l'astrolabe compris dans ce man. et attribué à Messahala (Mashallah) se trouve reproduit dans les manusc. 7194, 7195, 7280 et 7295.

tentrional, le point B le pôle méridional, le diamètre BD l'axe de l'équateur; prenez un plan qui soit tangent au cercle ABCD au point D, et faites BD perpendiculaire à ce plan qui représentera le shafiah de l'astrolabe [1].

Lorsque vous voudrez tracer sur ce plan le parallèle du commencement du Capricorne, vous prendrez sur l'arc BAD l'arc BT, égal à la distance du commencement du Capricorne au pôle méridional, et, sur l'arc BCD l'arc BI; vous joindrez ensuite T et I par une ligne droite : ce sera le diamètre du parallèle du commencement du Capricorne sur la sphère. Tirez alors du pôle méridional, c'est-à-dire du point B, les lignes BT, BI; prolongez-les jusqu'à ce qu'elles touchent le plan tangent aux deux points R et S; joignez R et S par une ligne qui passera nécessairement par D : ce sera le centre du shafiah de l'astrolabe, et la ligne RS, divisée par ce point en deux parties sera le diamètre du parallèle du commencement du Capricorne; on peut par cette méthode tracer tous les cercles parallèles à l'équateur.

La plupart des auteurs sont dans l'usage de prendre, pour le tracé de l'astrolabe, le tropique du Capricorne, comme le premier cercle et en même temps le plus extrême; et ils tracent les parallèles du commencement du Bélier et du commencement de l'Écrevisse de la manière suivante [2] :

Soit DC le diamètre du parallèle du commencement du Capricorne sur le shafiah et sa circonférence voisine du cercle ABCD; tirez dans ce cercle deux diamètres qui se coupent à angles droits et que l'un, AB, soit le méridien et l'autre, CD, l'horizon droit. Prenez sur le cadran AC l'arc AE égal à la plus grande obliquité, et joignez ED par une droite qui coupe AB au point F; du point I comme centre, avec un rayon IF,

[1] Man. arabe 1148, fol. 62. Voyez aussi man. latin 7195, fol. 49 et suiv. et les planches, fig. 33. — [2] Voyez les planches, fig. 34.

décrivez le cercle FG: ce sera le parallèle du commencement du Bélier.

Prenez sur ce cercle FH égal à la plus grande obliquité et joignez HK par une droite qui coupe AB au point T; puis du point I comme centre, avec un rayon IT, décrivez le cercle TL : ce sera le parallèle du commencement de l'Écrevisse [1]; il est très-facile de trouver ainsi les parallèles des degrés de l'écliptique et des étoiles fixes.

Quant à la projection des almicantharats [2], soit le cercle ABCD le cercle du méridien, et le shafiah de l'astrolabe tangent à ce cercle au point A; A sera le centre du shafiah sur lequel AB sera perpendiculaire. Soit le point A le pôle septentrional et B le pôle méridional; nous prenons sur l'arc BDA (qui comprend cent quatre-vingts degrés) l'arc BC égal à la latitude du lieu pour lequel nous faisons la construction (savoir trente degrés); et nous tirons du point C le diamètre CE, qui sera la commune section du cercle de l'horizon et du cercle du méridien, et le diamètre du cercle de l'horizon. Soit OP la commune section du plan du shafiah et du plan du méridien; tracez du point B une ligne qui, passant par E, aboutisse au point P, et du même point B une ligne qui, passant par C, aboutisse au point O sur le shafiah; joignez O et P, ce

[1] Man. arabe 1148, fol. 63. Nous trouvons dans l'ouvrage allemand de Ritter : *Astrolabium*, la même démonstration, p. 20 et suiv. : « Von dem Puncten B, unter sich « die gröste Abweichung der Sonnen, so « sich heutiges Tages auff die 23 Grad und « 30 Minuten erstrecket, und wo solche « Zahl sich endet, alldar solt du den Buch- « staben F setzen, von diesen Zeuch von « den öbersten Puncten oder Buchstaben, « so mit D gemercket ist, eine Lini, welche « die Zwerchlinien BC im Puncten G wird « durchschneiden. Ferners setz einen Circ- « kelfuss ins A oder Centrum, den andern « aber strecke auss biss in erstgedachten « Puncten G und reiss widerumben damit « einen Circkelriss, welcher dir im Künff- « tigen Astrolabio den æquinoctial wird « anzeigen. » L'auteur passe ensuite au troisième cercle : « Nemblich den Tropicum « Cancri oder Krebs Circkel, etc. »

[2] Voyez les planches, fig. 35.

sera le diamètre de l'horizon du lieu dont la latitude est BC. Puis divisez OP en deux parties au point N; ce sera le centre de l'horizon sur le shafiah.

Prenez ensuite sur l'arc CA l'arc CD (de dix degrés); tirez la ligne DT parallèle à CE; ce sera le diamètre de l'almicantharat dont la hauteur est de dix degrés au-dessus de l'horizon; tracez les lignes BD, BT et prolongez-les jusqu'à la ligne OP, aux points S et I, sur le shafiah; joignez S et I, ce sera le diamètre de l'almicantharat dont la hauteur est de dix degrés au-dessus de l'horizon; divisez-le en deux parties égales au point M, et le point M sera le centre de cet almicantharat. Nous divisons ensuite CD, TE par la moitié; nous tirons du point B une ligne qui passe par K et qui aboutit au point L sur la ligne OP; et le point L représente le zénith sur la sphère et le nadir sur le shafiah de l'astrolabe.

L'on trace aisément les almicantharats avec les trois cercles que nous avons indiqués plus haut, savoir : le cercle équinoxial et les deux tropiques[1].

Soit AB la ligne méridienne, CD la ligne d'est et ouest, et l'arc IL égal à la latitude du lieu pour lequel vous faites la construction, savoir : trente degrés; tirez la ligne KL qui coupera la méridienne au point M: ce sera la limite septentrionale du cercle de l'horizon; IMK représente donc l'horizon oblique pour la latitude de trente degrés, ou le premier almicantharat; nous ne faisons pas sortir ce cercle au delà du tropique du Capricorne, parce que ce tracé serait inutile.

Vous pouvez prolonger la ligne méridienne en P, prendre le diamètre LT (l'un des diamètres du cercle équinoxial) et du point K, tirer la ligne KH : ce sera la limite méridionale de l'horizon; divisez en deux parties égales la ligne HM, et le

[1] Voyez les planches, fig. 36.

milieu ou point N sera le centre de l'horizon ou du premier almicantharat.

Vous obtenez de la même manière les autres almicantharats que l'on divise ordinairement de six degrés en six degrés; faites ensuite IO égal au complément de la hauteur du pôle et tirez la ligne OK; elle coupera la méridienne au point Z qui sera le zénith.

Nous passons maintenant à la projection des azimuts[1] :

Soit le cercle du méridien, et sur ce cercle les points ABCD, le shafiah de l'astrolabe tangent au point A et la commune section de ce plan et du méridien OK. A sera le pôle septentrional et B le pôle méridional. Du point B sur le cercle du méridien, prenez l'arc BC égal à la latitude du lieu et tirez le diamètre CE: ce sera le diamètre du cercle de l'horizon de ce lieu. Divisez ensuite le demi-cercle CAE en deux parties égales au point I: ce sera le zénith; tirez le diamètre ID, et le point D sera le nadir; tirez les lignes BI, BD et prolongez-les jusqu'à la ligne OK, sur le shafiah de l'astrolabe qu'elles couperont aux deux points H et T; H sera le zénith sur le shafiah, T le nadir, et tous les cercles d'azimuts devront passer par ces deux points. Tirez la ligne HT; partagez-la en deux parties, au point L : ce sera le centre du premier azimut qui passe sur le shafiah de l'astrolabe par le zénith et les communes sections du cercle de l'horizon et du parallèle du commencement du Bélier. Tirez du point L la ligne LM parallèle à AB, et sur cette ligne seront les centres de tous les azimuts.

Si vous voulez tracer les azimuts sur le shafiah [2], construisez, comme nous l'avons déjà vu, les deux tropiques, et le parallèle du commencement du Bélier (ou cercle équinoxial), puis l'horizon et les almicantharats. Soit S le zénith;

[1] Man. ar. 1148, p. 70. Voy. les planches, fig. 37. — [2] Voy. les planches, fig. 38.

prenez sur le cadran IK un arc égal à la latitude du lieu pour lequel vous faites l'astrolabe; marquez son extrémité en E, et, portant la règle sur IE, tirez une ligne droite qui coupera le diamètre AB prolongé jusqu'en C : ce point C sera le nadir. Divisez ensuite SC en deux parties égales au point T, et du point T, comme centre, décrivez le cercle SS'CC' : ce cercle sera le cercle du premier azimut, et, s'il passe par les points IL de l'équinoxial, la construction sera exacte. Prolongez maintenant des deux côtés de l'astrolabe le diamètre T'T'', parallèle à IL, et sur ce diamètre vous trouverez les centres de tous les autres azimuts. Si vous voulez les avoir de degré en degré, vous diviserez chacun des cadrans du premier azimut, savoir : SL,LK,KI,IS, en 90 parties; si vous voulez les avoir de 5 degrés en 5 degrés, vous diviserez chacun de ces cadrans en 18 parties, et seulement en 9 parties, si vous voulez tracer les azimuts de 10 en 10 degrés. Dans cette dernière supposition, il suffit de placer la règle sur le zénith et sur chacune des divisions indiquées, et les différents points où la règle coupe le diamètre C'S' marqueront les centres des azimuts successifs de 10 en 10 degrés. La construction de ces lignes est trop évidente pour que nous nous y arrêtions davantage.

Le tracé des heures de temps n'offre aucune difficulté; on les décrit dans la partie inférieure de la planche de l'astrolabe [1]; ainsi vous divisez en 12 parties égales l'arc du Capricorne, tombant sous l'horizon, du côté septentrional; vous étendez cette division au cercle équinoxial et au tropique du Cancer, contenu sous l'horizon; puis vous joignez les points de division par des arcs successifs, et vous écrivez les nombres correspondant aux heures de temps, en commençant du côté

[1] Voyez les planches, fig. 39.

de l'occident, comme on le voit dans la figure. Il est inutile d'indiquer comment l'on peut trouver les centres de ces arcs d'heures; chacun sait comment l'on détermine les centres des cercles quand on a trois points donnés de leur circonférence.

Quant aux heures égales, il suffit de diviser les trois parallèles en 24 parties égales; on écrit les nombres correspondant à chacune des heures, en commençant du côté de l'occident et en se dirigeant vers le nord.

La ligne de l'ashre se trace ensuite de la manière suivante [1] :

Soit sur l'arc AB du tropique du Capricorne, l'arc AE égal à l'arc de révolution de la sphère, depuis le zaoual, ou midi vrai, jusqu'au temps de l'ashre, pour le jour du commencement de l'Écrevisse; prenez sur l'arc CD du parallèle du commencement du Verseau l'arc CF, égal à l'arc de révolution de la sphère, depuis le zaoual jusqu'au temps de l'ashre, pour le jour du commencement du Lion; prenez encore sur l'arc OV, du parallèle du commencement des Poissons, l'arc OT, égal à l'arc de révolution de la sphère, depuis le zaoual jusqu'au temps de l'ashre, pour le jour du commencement de la Vierge, et ainsi de suite pour les autres signes, joignant successivement les points EFT, etc. nous avons la ligne de l'ashre et sa hauteur pour les commencements des signes.

Il suffit, pour les lignes de l'aurore et du crépuscule, de prendre le seizième almicantharat et le vingtième; nous avons déjà traité ce point intéressant des manuscrits arabes [2].

Aboul-Hhassan consacre ensuite quelques lignes au *shafiah Tesjir* [3], sur lequel on trace les grands cercles qui passent par les deux pôles du premier vertical ou premier azimut, et par

[1] Voyez les planches, fig. 40.

[2] Voyez J. J. Sédillot, traduction d'Aboul-Hhassan, tom. I[er], p. 295, et ce que nous avons dit plus haut, pag. 29 et 93.

[3] Man. ar. fol. 77 : عمل صفيحة التسيير. Voyez les planches, fig. 41.

chacun des degrés de l'équateur, et au *shafiah des horizons*[1].

Nous avons à faire connaître maintenant la construction de la planche que les Arabes nomment *alancabuth* (*aranea, rete* ou *volvellam*) ou l'Araignée, parce qu'elle est à jour, et qui peut s'appliquer à toutes les hauteurs du pôle[2]:

Soient tracés les trois cercles parallèles, ainsi que nous l'avons dit plus haut, savoir: le tropique du Capricorne ABCD, le cercle équinoxial ER et le tropique du Cancer KL;

Divisez le tropique du capricorne en quatre parties égales par les deux diamètres AC,BD, qui se coupent à angles droits, et soient AC le méridien, et BD l'horizon droit;

Vous partagez en deux parties égales la ligne AL au point F, et du point F comme centre, avec un rayon égal à FA, vous décrivez un cercle qui représente l'écliptique, tangent au tropique du Capricorne vers le point A, et au tropique du Cancer vers le point L, et passant par les points équinoxiaux N et M; du même centre F, vous décrivez deux autres cercles parallèles, afin d'y marquer les degrés et les noms des douze signes du zodiaque, plaçant le Bélier au point N, et la Balance au point M.

La divison du zodiaque se fait au moyen des coascendants[3]. Soient les cadrans AB,AC,CB,CD, partagés en 90 degrés. Prenez sur AB l'arc OB, égal au coascendant du Bélier dans la sphère droite, et sur AD l'arc TD; puis, plaçant la règle sur le point T et sur le centre du cercle, vous marquerez en S le point où elle coupera l'autre côté du zodiaque, et vous aurez au point T la fin de la Balance et le commencement du Scorpion, et au point S la fin du Bélier et le commencement du Taureau. Faites de même pour le point O, qui marquera le commencement des Poissons, et le point opposé V sera le

[1] Man. ar. f. 78 : الصفيحة الافاقية. Voy. les pl. fig. 42. — [2] *Ibid.* fig. 43. — [3] *Ibid.*

commencement de la Vierge; vous aurez ainsi successivement tous les signes du zodiaque, dont vous écrirez les noms comme on le voit dans la figure.

Ensuite, si vous voulez diviser chacun des signes du zodiaque en six ou en trois parties, vous prenez le coascendant du 5ᵉ ou du 10ᵉ degré du Bélier; au moyen de la règle, vous tracez la même division dans la Balance; et, suivant la même méthode pour les autres signes, vous obtenez la division complète du zodiaque.

Il y a plusieurs autres manières d'arriver à ce résultat, mais ce n'est pas un point assez important pour que nous nous y arrêtions. Le tracé des étoiles sur l'alancabuth doit attirer particulièrement notre attention.

Il faut d'abord connaître la longitude et la latitude des étoiles fixes qu'on veut indiquer sur l'alancabuth, et l'on sait que la latitude d'une étoile est australe si l'étoile est entre l'écliptique et le pôle sud; boréale, si elle est entre l'écliptique et le pôle nord.

Soit donc [1] l'écliptique, le cercle de l'horizon et le zénith au point S. Nous voulons déterminer la position d'al-Simakh-al-Ramih, dont la latitude est boréale; nous prenons la longitude de cette étoile, savoir : 22° 50′ environ de la Balance, et décrivant un cercle qui passe par le 22ᵉ degré 50′ de la Balance et par le zénith, nous avons l'azimut SA. Nous prenons ensuite l'almicantharat, qui marque sa hauteur sur l'horizon, et qui est égal à la latitude B de l'étoile, savoir : 31° 31′, et le point D, où il coupe l'arc SA, est le lieu d'al-Simakh-al-Ramih [2].

[1] Voyez les planches, fig. 44, et le man. latin n° 7195, fol. 49 et suiv.

[2] Man. ar. 1148, fol. 82; Aboul-Hhassan donne la longitude d'al-Simakh-al-Ramih pour l'époque où il est : فى هذا الزمان ; il termine par ces mots : فنقطة د موضع السماك الرامح فى صفيحة الشبكة. Voyez ce que nous avons dit plus haut sur le chebakah. Pour

Si nous voulons avoir le lieu d'Aldebaran, nous prenons sa longitude, qui est d'environ 28° 28′ du Taureau, et traçant le cercle ou l'azimut, qui passe par 28° 28′ du Taureau et par le zénith (soit l'arc BS), nous prenons ensuite l'almicantharat égal à sa latitude, qui est de 10° 5′ et méridionale, et le point C, où l'almicantharat coupe l'arc SB, est le lieu d'Aldebaran. On suit la même méthode pour les autres étoiles fixes.

On peut encore tracer le lieu des étoiles d'après leur déclinaison et leur point de passage, d'après leur latitude et leur déclinaison, d'après leur longitude et leur point de passage [1], etc. puis l'on gratte la planche de l'alancabuth, jusqu'à ce qu'il n'y reste que le zodiaque et le lieu des étoiles, comme on le voit dans la figure [2], au moyen de denticules ou dentelures (المرى).

Il nous reste à parler maintenant du dos de l'astrolabe [3].

Soit la circonférence ABCD et son centre E correspondant exactement au centre du shafiah de l'astrolabe; tirez deux diamètres qui se coupent à angles droits; puis du centre E décrivez des cercles concentriques en assez grand nombre pour marquer : 1° l'indication des degrés de hauteur, en commençant aux points C et D, et finissant aux points A et B; 2° les noms des douze signes du zodiaque; 3° la division de chaque signe en 30 degrés, par multiples de 10; 4° les noms des mois [4];

Aldébaran, dont la latitude est australe, Aboul-Hhassan dit : فى صفيحة العنكبوت.

[1] Man. arabe 1148, fol. 83.

[2] Voyez les planches, fig. 45. Cette figure porte le nom des étoiles suivantes : 1. قلب العقرب le Cœur du Scorpion; 2. الدبران Aldebaran; 3. عبور Sirius; 4. قلب الاسد Regulus; 5. ذنب الجدى la première de la queue du Capricorne; 6. جحفلة Djahfela (la Lèvre du Cheval); 7. الطاير l'Aigle volant; 8. حوا (la Tête du) Serpentaire; 9. واقع (l'Aigle) tombant; 10. ردف la Suivante, etc.

[3] Voyez les planches, fig. 46.

[4] Man. arabe 1148, fol. 85. La figure porte les noms des mois cophtes dans l'ordre suivant : 1. توت *thot*; 2. بابه *babah*; 3. هتور *athor*; 4. كيهك *kaïhac*; 5. طوبه *touba*; 6. امشير *amxir*; 7. برمهات *bermehat*; 8. برموده *bermouda*; 9. بشنس *bash-*

5° le cercle *du lieu* du soleil[1]. Vous faites ensuite dans le cadran AEC les tracés que nous avons indiqués pour le cadran *Destour,* et dans le cadran DEB, vous donnez, comme nous l'avons déjà expliqué, le carré des deux ombres. Vous construisez une alidade garnie de deux pinnules, que vous appliquez au dos de l'astrolabe; quant aux autres pièces de l'instrument, nous les avons fait connaître.

On trouve dans le grand ouvrage de la description d'Égypte le tracé des différentes planches d'un astrolabe coufique, très-bien conservé[2], et dont on n'a pas encore donné l'explication; l'examen que nous en allons faire ne sera donc pas sans intérêt. Cet instrument est un astrolabe septentrional.

La planche n° I[3] représente l'alancabuth placé sur le *shafiah* des régions, et surmonté d'une alidade; cette alidade, garnie de ses deux pinnules, est reproduite séparément aux n°s III et IV[4]; le *clou* et l'*alpherath*, qui réunissent ensemble les différentes pièces de l'astrolabe, se retrouvent également aux n°s V et VI[5]; l'*alpherath* doit entrer dans le *pertuis* pratiqué en travers de l'*axe* ou du *clou*. Le n° II[6] représente une seconde alidade destinée au dos de l'astrolabe.

nis; 10. بونه *bouna;* 11. ابيب *abib;* 12. مسرى *mesori.* Welsch (*Comment. in ruzname Nauras*, p. 48) ne suit pas le même ordre, et écrit طويه au lieu de طوبه. Voyez aussi Alfragan, p. 5, et les notes, p. 43.

[1] دوير تقوم الشمس. Nous aurons l'occasion de revenir sur cette expression de *tekhawim*, Éphémérides.

[2] Nous devons la communication de ces diverses planches aux soins obligeants de M. Jomard; l'instrument a longtemps existé entre les mains de M. Marcel qui l'avait rapporté d'Égypte, mais auquel on l'a dérobé; heureusement le dessin en avait été fait aussi exact que possible, et nous le reproduisons en substituant le texte français au texte arabe. M. Marcel devait publier une explication détaillée de cet astrolabe dans le dernier volume de la Description d'Égypte, qui n'a pas été achevée.

[3] Voyez nos planches, fig. 47.

[4] *Id.* fig. 51 et 52. Dans la plupart des astrolabes arabes, cette alidade est remplacée par un simple indicateur (appelé *almuri*), qui sert seulement à marquer les degrés inscrits sur le limbe.

[5] *Ibid.* fig. 55 et 56.

[6] *Ibid.* fig. 49.

Quant à l'alancabuth, nous le retrouvons décrit avec le plus grand soin, planche IX[1], et la comparaison des planches I et IX[2] nous permettra de donner exactement les noms des étoiles marquées sur cet astrolabe.

La planche I, comme on l'a déjà reconnu, nous offre l'anneau de suspension, l'anse et l'*armille fixe;* le limbe est divisé en 360 degrés, de 10 en 10; la division commence au sommet et de gauche à droite. L'alidade recouvre plusieurs noms d'étoiles que nous voyons reparaître sur la planche IX; pour le *shafiah* (tympanum), nous renverrons notre explication un peu plus loin, attendu que nous serons obligés d'entrer dans quelques détails au sujet des *shafiahs* dressés pour les différentes latitudes.

Les signes du zodiaque sont inscrits sur l'alancabuth dans le même ordre que sur l'alancabuth construit par Aboul-Hhassan; si nous les rapportons à la division du limbe, nous verrons que le Sagittaire correspond, dans la planche I, aux 30 premiers degrés; le Scorpion, aux degrés qui suivent, de 30 à 60; la Balance, de 60 à 90; la Vierge[4], de 90 à 120; le Lion, de 120 à 150; l'Écrevisse, de 150 à 180; les Gémeaux, de 180 à 210; le Taureau, de 210 à 240; le Bélier, de 240 à 270; les Poissons, de 270 à 300[5]; le Verseau, de 300 à 330; et le Capricorne, de 330 à 360.

Les étoiles inscrites sur l'alancabuth sont au nombre de vingt-six; voici leurs noms :

En deçà du Zodiaque[6]: 1. حية, le Serpent; 2. حوا, le Ser-

[1] Voyez les planches, fig. 54.

[2] *Ibid.* fig. 47 et 54.

[3] القوس. Le *kaf* sur la pl. IX porte un seul point, d'après l'usage suivi en Afrique; il en est de même sur le limbe pour le nombre 100°.

[4] السنبلة. Le *sin* est évidemment défectueux dans les pl. I et IX; il est mieux fait dans le mot السرطان, pl. IX.

[5] الحوت. Le *waw* est remplacé par un *mim* dans les deux pl. I et IX (fig. 47 et 54).

[6] Les noms de ces étoiles se retrouvent

pentaire; 3. طاير [1] l'Aigle volant; 4. كعب le Talon [2]; ces quatre étoiles sont marquées sur les planches I et IX; celles que nous allons maintenant indiquer sont cachées sur la planche I par l'alidade; ce sont (voy. pl. IX) : 5. الرامح Arcturus (constellation de Bootès العوا); 6. رجل le Pied [3]; 7. يد دب la Patte antérieure de l'Ours [4]; 8. عيوق Aiouk (Capella, dans la constellation du Cocher ممسك الاعنة); 9. ردف Ridfe [5]; 10. غول Alghol (حامل راس الغول ou Persée برشاوش); 11. منكب فرس Menkhib al-feres, l'Épaule du Cheval; 12. واقع l'Aigle tombant [6]; 13. فكة Fekka (la Couronne septentrionale).

Au delà du zodiaque (les étoiles sont représentées également sur les planches I et IX), ce sont : 14. دبران Aldebaran [7]; 15. منكب Menkhib [8]; 16. غميصا Algomeisha (Procyon); 17. زبانا les deux Serres [9]; 18. ذنب جدى la Queue

pour la plupart dans la table des longitudes et latitudes de 240 étoiles, donnée par Aboul-Ilhassan (voyez J. J. Sédillot, trad. d'Aboul-Ilhassan, t. I[er], p. 140).

[1] النسر الطاير. On voit que les noms sont souvent donnés incomplètement; mais il est très-facile de retrouver les étoiles que l'auteur a voulu indiquer. Le défaut de place sur l'instrument a fait omettre l'article, alors même qu'il est indispensable. On trouve, selon M. Marcel, de fréquents exemples de cette omission, dans la langue vulgaire.

[2] On ne peut se tromper sur le mot كعب, parfaitement écrit sur les pl. I et IX; ce ne peut être que كعب الفرس le Sabot du Cheval. Le ب est reproduit différemment dans les pl. I et IX.

[3] رجل. C'est sans doute رجل الدب الاكبر la Patte de derrière de la Grande-Ourse.

[4] Nous croyons qu'il faut lire يد دب pour يد الدب الاكبر; le point placé sous le ى est une faute du graveur et ne se trouve point dans les dessins originaux conservés par M. Marcel.

[5] ردف. Ce mot est très-mal reproduit sur la pl. IX; la lettre ف *fa* n'existe véritablement pas, et elle est remplacée par deux traits qui n'ont aucune signification. ردف l'étoile qui suit, dans la constellation du Cygne الدجاجه.

[6] الواقع. Le ع est très-mal gravé, il faut le deviner. النسر الواقع se trouve dans la constellation de la Lyre السلياق.

[7] الدبران l'Œil du Taureau.

[8] منكب الجبار l'Épaule du Géant (Orion).

[9] Ce mot ne se trouve sur aucun autre instrument arabe; ordinairement on lit à cette place قلب الاسد le Cœur du Lion (Régulus). Peut-être vaudrait-il mieux lire الزبرة, qui signifie aussi la Crinière du Lion.

du Capricorne ; 19. ذنب قيطوس la Queue de la Baleine [1]; 20. بطن قيطوس [2] le Ventre de la Baleine; 21. رجل الجوزا Rigel (constellation d'Orion); 22. عبور [3] Alabor; 23. شجاع l'Hydre; 24. تم الكاس l'Extrémité de la Coupe [4]; 25. الاعزل l'Épi [5]; 26. قلب عقرب le Cœur du Scorpion.

Telle est l'explication des planches I et IX, ou de l'alancabuth; nous allons passer maintenant à la description du dos de cet astrolabe (n° VIII [6]). Les neuf cercles concentriques qui y sont tracés permettent d'écrire successivement, 1° les nombres des degrés de 10 en 10, en remontant pour chacun des cadrans supérieurs de gauche à droite, et de droite à gauche, jusqu'à 90 degrés; 2° la subdivision en degrés; 3° la division de chacun des signes en 30 degrés, de 10 en 10; 4° les noms des signes, en faisant correspondre le Bélier aux 30 premiers degrés du cadran de droite, le Taureau aux 30 degrés suivants, et ainsi de suite; puis vient, 5° la subdivision de chaque signe en 30 degrés, de 2 en 2; 6° l'indication du nombre des jours de chaque mois, et enfin, 7° les noms de ces mois; ce sont les mois latins placés dans l'ordre suivant :

Mars, qui se trouve en partie sous le signe du Bélier.	31 jours.
Avril	30
Mai	31
Juin	30

[1] La planche porte le mot قيطوس ; on écrit ordinairement قيطس.

[2] Le ط *tha* est écrit de trois manières différentes, n°s 19 et 20, ce qui prouve que le graveur n'a pas toujours rendu bien fidèlement les traits marqués sur l'instrument.

[3] العبور. Ce mot est bien écrit sur la pl. I; mais sur la pl. IX on a placé à tort un point sur le ب *ba*. C'est Sirius dans la constellation du Grand-Chien الكلب الاكبر.

[4] Il vaudrait mieux lire peut-être فم الكاس le Bord de la Coupe, mais le ف n'est pas indiqué. M. Marcel, dans son vocabulaire arabe vulgaire, traduit تم par *embouchure*.

[5] Le Délaissé. Ce mot, qui ne se trouve que sur la pl. IX, est écrit avec un ا *élif* à la fin ; الاعزال ; c'est encore une faute grammaticale: Aboul-Hhassan écrit الاعزل, nom arabe de l'Épi (const. de la Vierge).

[6] Voyez les planches, fig. 53.

Juillet	31 jours.
Août	31
Septembre	30
Octobre	31
Novembre	30
Décembre	31
Janvier	31
Février	28

Il n'y a d'autre tracé sur les cadrans intérieurs que le carré des deux ombres (horizontale et verticale منكوس et مبسوط), divisées en 12 doigts, de 3 en 3[1]. Les planches suivantes offrent à peu près les mêmes tracés, mais pour des latitudes différentes; ce sont les *shafiahs* des régions (*tympana*). La planche n° VII[2] comprend seulement l'horizon droit et les almicantharats de 6 en 6 degrés pour un lieu sans latitude; les planches n°s XII à XVII[3], XX, XXI et XXIV[4], donnent en outre les azimuts de 10 en 10 degrés et les heures de 1 à 12; les nombres sont écrits sur chacune de ces divisions, et ces diverses planches sont construites pour les latitudes de 33°, 37° 30′, 31°, 32°, 35° 30′, 36° 30′, 22°, 25° et 33°[5]; elles portent aussi, à l'exception des planches n°s XXI et XXII, l'indication du *zaoual* زاول, ligne du midi vrai, celle du *dohre* ou *zhore* ظهر[6], celle de l'*ashre* عصر, la ligne du crépuscule et de l'aurore

[1] Il y a une erreur dans la troisième colonne où l'on met un ك pour un ط, 9. Il paraît que cette erreur n'existait pas dans les dessins originaux.

[2] Voyez les planches, fig. 50.

[3] *Ibid.* fig. 69, 70, 59, 60, 61 et 48.

[4] *Ibid.* fig. 64, 65 et 68.

[5] La pl. XII porte لعرض لج; la pl. XIII, لعرض لزل; la pl. XIV, لعرض لا; la pl. XV, لعرض لب; la pl. XVI, لعرض له ل; la pl. XVII, لعرض لول; la pl. XX, لعرض كب; la pl. XXI, لعرض كه; et la pl. XXIV, لعرض لج: Voy. nos planches, fig. 69, 70, 59, 60, 61, 48, 64, 65 et 68.

[6] Le *dohre* الظهر est le moment le plus chaud de la journée, et à une égale distance du *zaoual* ou midi vrai et de l'ashre. M. Marcel nous apprend que le *dohor* ou *dohre* est l'heure qui s'écoule entre midi et une heure, et qu'en Égypte on le prend souvent dans le sens de midi précis. Ainsi on dit ساعة قبل الظهر onze heures du matin; ساعتين قبل الظهر dix heures; ساعة بعد الظهر une heure après midi; ساعتين

شفق وفجر [1], est marquée sur les planches XIV, XV, XVI, XVII et XXIV, et remplacée par la ligne d'est et ouest مغرب ومشرق sur les planches XII et XIII.

Les planches X, XI, XVIII, XIX, XXII, XXIII, XXV, XXVI, XXVII [2], outre ces divers tracés, portent les noms de plusieurs villes ou pays à différentes latitudes; on lit sur la planche X : مكة شرفها الله تعالى وكل بلد عرضه كا م la Mecque et les lieux dont la latitude est de 21° 40′; sur la pl. XI : يثرب مدينة النبى صلى الله عليه وسلم العرض كه Iatreb (Médine), ville du Prophète, latit. 25°; sur la pl. XVIII : قرطاجنة وعسقلان العرض لب Carthagène et Ascalon, lat. 32°; sur la pl. XIX [3]: جهان ودانية وتلمسان العرض لط Jaen, Dénia et Tlemcen, latit. 39°; sur la pl. XXII : المرية وحران وسمرقند العرض لو ل Alméria, Harran et Samarcande, lat. 36° 30′; sur la pl. XXIII : طليطلة وطلابرة وخلاط وادربيجان العرض م [4] Tolède, Talavera, Khelat, Aderbidjan, latit. 40°; sur la pl. XXV : لعرض غرناطة العرض لز ل Grenade, latit. 37° 30′; sur la pl. XXVI : قرطبة ومرسالة وجرجان وبلخ العرض لح ل Cordoue, Marsala, Djordjan, Balkh, lat. 38° 30′; sur la planche XXVII : سرقسطة وقلعة ايوب وروم‍ة العرض ما ل Saragosse, Calatayud et Roumah (Rome), lat. 41° 30′; et un peu au-dessous : وخوارزم le Khowarezm [5]. Cette dernière planche ne porte que l'indication du *zaoual* et de la ligne d'est et ouest; mais elle contient de plus que les précédentes quatre arcs de grand cercle qui viennent

ساعة قبل العصر ou بعد الظهر deux heures.

[1] C'est la ligne crépusculine (*linea crepusculina*) des astrolabes latins du moyen âge.

[2] Voyez les planches, fig. 57, 58, 62, 63, 66, 68, 71, 72 et 73.

[3] A la suite du mot زاول on trouve ووتين وتد الارض; il faut sans doute lire المارض, le Pivot de la Terre. Voyez, sur cette expression, Aboul-Hhassan, t. I[er], p. 294 et 301.

[4] La pl. XXIII porte par erreur طلاطلة.

[5] M. Marcel a bien voulu revoir avec nous l'exactitude de ces noms de villes ou de pays; les latitudes qui leur sont données diffèrent de celles que nous avons rapportées d'après Aboul-Hhassan, et elles montrent combien, sous le rapport de ces déterminations, les connaissances des Arabes étaient peu avancées.

se couper sur la ligne du *zaoual*, midi vrai, au point où cette ligne rencontre le premier almicantbarat, et qui servent à désigner les *maisons célestes.* Nous n'ajouterons qu'une observation sur ces divers *shafiahs*, c'est qu'ils ont sans aucun doute appartenu à deux astrolabes différents. M. Marcel avait déjà remarqué que les pl. XII et XIII étaient faites pour les mêmes latitudes que les pl. XXIV et XXV ; en outre, plusieurs de ces shafiahs ont à leur extrémité supérieure un petit appendice et les autres une échancrure ; ce qui prouve que les premiers devaient s'adapter à la petite cavité pratiquée ordinairement dans la Mère de l'astrolabe, tandis que, pour les seconds, la Mère de l'astrolabe devait porter elle-même l'appendice ou le Réteneur, destiné à les maintenir dans une position déterminée.

L'instrument dont nous venons de faire la description peut donner une idée assez exacte du degré de perfection auquel étaient parvenus les Arabes dans la construction des astrolabes; mais il ne porte point la date de sa fabrication, et les conjectures auxquelles on s'est livré à cet égard ne la font pas remonter au delà du XIII[e] siècle de notre ère; or nous savons que, sous le règne d'Almamon, les astronomes Mashallah et Ali ben Isa construisaient déjà des astrolabes, et il était à désirer qu'on pût établir un point de comparaison entre les instruments dressés à cette époque et ceux qui appartenaient aux siècles suivants. Nous avons été assez heureux pour nous procurer deux anciens astrolabes arabes ayant une date certaine; l'un a été construit vers l'année 905 de notre ère, et il se trouve aujourd'hui à la Bibliothèque royale. C'est celui dont M. Jomard a fait l'acquisition par l'entremise de M. le chevalier Amédée Jaubert, ainsi que nous l'avons déjà rapporté; c'est un monument fort curieux qui ajoute à l'importance de la collection dont M. Jomard a enrichi son dépar-

tement[1]. L'autre, qui porte la date de 615 de l'hégire (1218 de J. C.), a été communiqué par M. le baron Larrey à M. Arago, qui a bien voulu le confier à notre examen. Le premier de ces instruments a sept pouces un quart de longueur et cinq un quart de largeur; il comprend, outre la Mère de l'astrolabe et les diverses pièces secondaires dont nous avons fait précédemment l'énumération, quatre shafiahs ou huit planches construites pour différentes latitudes.

Le dos de l'astrolabe est partagé, comme d'ordinaire, en quatre cadrans par deux lignes transversales qui se coupent à angles droits; deux de ces cadrans sont divisés en 90 degrés, de 5 en 5; seulement on lit sur l'un d'eux, entre le 20e et le 55e degré, les mots suivants : صنعه احمد بن خلف (construit par Ahmed ben Khalaf), et au-dessous de l'anneau de suspension : لجعفر بن المكتفى بالله (pour Djafar, fils de Moktafi Billah)[2].

[1] Voyez l'extrait du rapport fait à la Société de Géographie de Paris, à l'assemblée générale du 6 décembre 1839, par M. Sabin Berthelot, p. 13 et suiv.

[2] On lit dans Casiri, *Bibl. ar. hisp. Escur.* t. I, p. 422 : « Giaphar imperatoris Almoktaphi Billah filius, vir summus et multiplici scientiarum genere excultus ac plane eruditus, philosophorum antiquioris et recentioris ævi historiam et doctrinam quam optime calluit. Diem suum, teste Helal ben al-Hassan, obiit horis matutinis feriæ 3, die 4 (scribe die 7) mensis Saphari anno Egiræ 377 (Christi 987), natus anno ejusdem Egiræ 294. Ubi autem Bagdadum, eodem referente scriptore, rex Adhadaldaulatus pervenit, magno Giapharis videndi desiderio flagrans, ipsum acciri clam jussit. At ille non sine metu regem convenit : apud quem in conclavi, deposita sindone, considere solitus. Ibi Adhadaldaulatus eum honorifice semper excipere ac longos sermones cum ipso solus conferre, varia de astrologia judiciaria rerumque futurarum prædictionibus quæsita præponens : ad quæ ille non sine magna regis admiratione et eventuum verisimilitudine respondit.

« Gars Alnama Mohamad ben Alraies Helal Sabæus tradit se vidisse opus a Giaphare ben Almoktaphi conscriptum, idque autographum de pluribus cometis caudatis, ubi de eorum exortuum tempore atque impressionibus disseritur : unde pauca hæc, inquit, ob ingenuam tanti viri fidem eximiamque doctrinam exscribenda atque hic referenda duxi : anno Egiræ 225, regnante Almotasimo calipha, visa est in sole prope medium nigra quædam macula idque feria 3 die 19 mensis Ragebi anno supra relato; adeo ut non nisi duos post dies funestæ illæ

L'alancabuth porte, outre les douze signes du Zodiaque, les noms des étoiles suivantes : 1. راس الحوا la Tête du Serpentaire; 2. النسر الطاير l'Aigle volant; 3. منكب l'Épaule du Cheval; 4. الرامح Arcturus; 5. الفكة la Couronne; 6. الواقع l'Aigle tombant; 7. الردف la Suivante du Cygne; 8. (راس) الغول la Tête de Méduse; 9. العيوق Capella; 10. (الكف) الخضيب la Main teinte; 11. قلب الاسد le Cœur du Lion; 12. (الشعرى) الشامية Procyon; 13. منكب الجبار l'Épaule d'Orion; 14. الدبران Aldébaran; 15. (الشعرى) اليمانية Sirius; 16. رجل الجبار le Pied d'Orion; 17. قلب العقرب le Cœur du Scorpion. (Voy. l'*Index* placé à la fin de ce mémoire.)

Quant aux shafiahs des régions, ils ne portent que les almicantharats, les heures et la ligne d'est et ouest; un seul (le troisième) contient les azimuts. On lit sur la 1re planche : مكة عرض كا ساعات ه يج يج la Mecque, lat. 21° 5h 18′ 18″; sur la 2e : عرض كد ساعات ه يج ل, lat. 24° 5h 18′ 30″; sur la 3e : عرض كطيه كز ساعات ه يد lat. Kathyeh 27° 5h 14′; sur la 4e : عرض لا ساعات ه يد و lat. 31° 5h 14′ 6″; sur la 5e : عرض لد lat. 34°; sur la 6e : عرض لو lat. 36° [1]; sur la 7e : عرض لط ساعات ه يه lat. 39° 5h 15′; sur la 8e : عرض لز حران ساعات ه يد لو lat. 37° Harran, 5h 14′ 36″.

On a déjà pu observer de notables différences entre cet astrolabe et celui de M. Marcel, principalement sous le rapport

« calamitates evenerint. Hanc quidem ma- « culam dies 91 in sole perdurasse testatur « Alkindus pauloque post Almotasemi obi- « tum accidisse. Jam vero ante imperatoris « caliphæ mortem cometæ duo caudati in « aere conspecti sunt, perinde ac alios non « paucos ante Raschidi imperatoris interi- « ritum exortos fuisse traditur. Idem sub- « jungit Alkindus eam maculam fuisse solis « eclipsim per Veneris interjectum et con- « junctionem cum sole per supra dictum « temporis spatium. Hucusque Giaphar ben « Almoktaphi æqui et ibi ejusmodi come- « tarum impressiones refert, eorumque or- « tus singulis Syrorum mensibus designat. »

[1] Ces deux planches, c'est-à-dire la Ve et la VIe, portent le tracé des azimuts; mais on n'y voit pas, non plus que sur les autres, la ligne crépusculine, le zaoual, l'ashre, le dohre, etc.

des tracés qui sont moins multipliés et qui n'offrent pas la même habileté d'exécution [1]. On reconnaît aisément que de nombreux perfectionnements avaient été introduits dans la construction des instruments de ce genre à l'époque où l'astrolabe de M. Marcel avait été dressé. Celui de M. le baron Larrey, qui a une date certaine (1218), est aussi très-remarquablement fabriqué; il comprend, comme celui de la Bibliothèque royale, quatre shafiahs ou huit planches construites pour des régions différentes; mais sa dimension est beaucoup plus petite; la Mère de l'astrolabe n'a que trois pouces et demi de longueur et trois de largeur. Les difficultés du tracé étaient plus grandes, et l'artiste les a parfaitement surmontées.

La Mère de l'astrolabe, outre les pièces accessoires qu'il est inutile de rappeler ici, présente une division fort exacte de l'*hedjr* حجرة en 360 degrés, avec l'indication des nombres de 5 en 5 degrés; sur le dos sont les mêmes tracés que sur celui de M. Marcel, avec cette différence que les quatre cadrans sont partagés en 90 degrés, avec l'indication des nombres de 5 en 5 degrés; et il en est de même pour toutes les autres divisions. Il y a de plus trois cercles concentriques divisés en 28 parties : le premier contient l'indication des nombres 1 à 28; le second les nombres 1 à 7 disposés de la manière suivante : 1, 2, 3, 4, 6, 7, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 2, 3, 4, 5, 7, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 1, 3, 4, 5, 6; ce qui donne quatre séries de 7; les nombres manquants étant 1, 3, 5, 7, 2, 4, 6; enfin le troisième cercle comprend le nombre 20 répété sept fois sous les nombres 1, 3, 5, 7, 2, 4, 6; au centre se trouve le carré des deux ombres avec la division de 3 en 3 jusqu'à

[1] M. Jomard fait graver en ce moment les planches de cet astrolabe; elles paraîtront dans l'ouvrage que ce savant se propose de publier sur les acquisitions du département des cartes et plans auquel il a su donner une si heureuse extension.

12, les mots منكوس et مبسوط, et de plus l'inscription suivante : صنعه ابو بكر بن يوسف بمدينة مراكش عمرها الله بسنة خيه « Construit par Aboubèkre, fils de Iousef, dans la « ville de Maroc, en l'année 615[1]. » L'alancabuth porte, avec les

[1] Il est question d'un autre astrolabe du XIII[e] siècle dans l'ouvrage intitulé : *Antiquitatis muhammedanæ monumenta varia explicuit C. M. Fraehn;* particula II. On y lit, pag. 73 : « Astrolabii Norimbergensis « sæc. XIII. P. C. N. Inscriptio cufica novis « post Tychsenium curis tractata. Astro-« labium hoc, quod olim Jo. Regiomon-« tani erat, nunc in Bibliotheca Norimber-« gensi publica asservatur, paucis descripsit « B. Murr in *Memorabilibus Bibliothecarum « public. Norimb.* etc. in *Journal für Kunst-« gesch. u. Litter.* XV, p. 333 sq. et p. 388, « et in diss. cui titulus : *Inscriptio arab. « Pallii imper.* pag. 26 sqq. (Cf. *Is. Hart-« manni Vit. Tychsenii*, t. II, part. II, p. 152). « Ut in priore libro, ita in posteriore tituli « cufici ipsam imaginem ligno incisam ha-« bes. O. G. Tychsenius quæ in anteriore « astrolabii parte cernuntur sic legit : صنعة « السهة الاسترلاب النيسابورح *artificium ar-« cuum*, id est *artificiales arcus astrolabii Ni-« saburiensis* 5 (quintus nimirum arcuum, « sive circulorum mobilium). Quæ autem « in dorso astrolabii ita interpretatus est : عمل برسم الراية الملك المظفر تقي الدين « *Confectum fuit delineatione ad vexillum* (id « est auspiciis) *al-malek al-modhaffer Taki-« eddin.* Sed hæc ex magna parte claudicant. « Nec سهة arcus significat, nec in regimine « positum haberi potest, utpote articulo « auctum; nec النيسابور pro النيسابورى « scribere licet; nec ح, si utique pro tali « habendum, numerum 5, sed 3 (scil. loco « τοῦ ج) significat, nec demum برسم الراية « *delineatione ad vexillum* denotat, neque « hoc idem valere potest ac *sub auspiciis*, « nec, si valeret, ob articulum cum proxime « sequentibus jungere licet. Mihi utriusque « partis inscriptio hunc in modum legenda « videtur: صنعه السهل الاسطرلابي النيسابورى « *Confecit hoc Essahl, astrolabarius Nisabu-« rensis;* عمل برسم خزانة الملك المظفر تقي « الدين *Factum pro musæo melik el-muszaf-« fer Taky-eddini*, quod السهل Essahl trans-« scripsi, nullam omnino dubitationem non « relinquit, tam ob extremam litteram mi-« nus distinctam, quam ob articulum huic « nomini additum, etc. In ductu quem « pro ح Tychsenius habuit, mihi ى latere « videtur. Vocabulum septimum خزانـــة « non الراية esse haud ambigendum est. « Formula برسم الخزانة in hac caussa solem-« nis; redi ad pp. 43, 45, ubi exempla « allata sunt. Principem autem, cujus in « usum hoc astrolabium factum se esse fa-« tetur *melik el-muszaffer Taky-eddin.* Tych-« senius et Assemanius filium fratris Salah-« eddini (Saladini) mortuum ann. heg. 587 « (1191 post Chr.) esse volunt. Sed moneo, « titulum et cognomen honorificum *melik « al-muszaffer Taky-eddin* tribus Aijubi-« dis, principibus Hamatensibus, commune « esse, quorum unus proprio nomine *Omar* « († a. 587), secundus *Mahmud* († a. 642), « tertius item *Mahmud* († a. 698) audiebat. « Equidem quem medio loco memoravi, « hunc intelligendum esse censeo. Eum « enim Abulfeda in *Annal.* t. IV, p. 478, ip-« sis etiam scientiis mathematicis deditissi-« mum, disertis verbis descripsit : Erat vir « alacer, fortis, sagax, acer ingenio, ama-

noms des douze signes, les noms des étoiles suivantes : 1. حوا le Serpentaire; 2. عنق حية le Col du Serpent; 3. الطاير l'Aigle volant; 4. فرس le Cheval; 5. منكب l'Épaule (du Cheval); 6. عيوق Capella; 7. ردف la Suivante (du Cygne); 8. واقع (l'Aigle) tombant; 9. فكة al-Fekka; 10. رامح Arcturus; 11. يد دب la Patte de l'Ourse; 12. ذنب الجدى la Queue du Capricorne; 13. طرف al-Tharf; 14. بطن قيطوس le Ventre de la Baleine; 15. كف جذما la Main coupée; 16. منكب جوزا l'Épaule d'Orion; 17. غميصا Procyon; 18. العبور Sirius; 19. قلب الاسد le Cœur du Lion; 20. جناح غراب l'Aile du Corbeau; 21. قلب العقرب le Cœur du Scorpion [1].

Les shafiahs comprennent le tracé des almicantharats, des azimuts, et des heures; des lignes du zaoual, du dhore et de l'ashre, et de la ligne d'est et ouest; mais la ligne du crépuscule et de l'aurore n'est pas indiquée. On lit sur la Ire planche : لعرض مكة ولكل بلد عرضه كا م pour la latitude de la Mecque et de tout pays dont la latitude est de 21° 40′; sur la IIe : لعرض المدينة ولكل بلد عرضه كه pour la latitude de Médine, etc. 25°; sur la IIIe : لعرض سبتة ولكل بلد عرضه له ك Sebta (Ceuta), 35° 20′; sur la IVe : لعرض المرية ولكل بلد عرضه لو ل Alméria, 36° 30′; sur la Ve : لعرض اشبيلية ولكل بلد عرضه لز ل Séville, 37° 30′; sur la VIe : لعرض قرطبة ولكل بلد عرضه لح ل Cordoue, 38° 30′; sur la VIIe : لعرض طليطلة ولكل بلد عرضه م Tolède, 40°; et sur la VIIIe : لعرض سرقسطة ولكل بلد عرضه ما ل Sarragosse, 41° 30′.

Ce qui précède était imprimé lorsque M. Reinaud voulut

« bat homines eruditos et elegantes. Inter « cæteros operibus suis exsequendis adhi- « bebat scheichum Alemeddinum Kaisa- « rum, vulgo Taasifum dictum, geometram, « in mathematicis exercitatissimum, qui « plures ipsi turres Hamatæ condidit, et « molam frumentariam ad Orontem et sphæ- « ram ligneam inauratam in qua stellas « omnes, quæ aut solent aut possunt ob- « servari, designaverat. »

[1] Voyez, pour ces divers noms d'étoiles, l'Index qui se trouve à la fin du Mémoire.

bien nous communiquer une notice lue par M. B. Dorn, à l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, sur deux astrolabes portant des inscriptions orientales [1]. L'un de ces instruments, qui a été trouvé dans la citadelle d'Alep, est parfaitement conservé, et paraît, suivant M. Dorn, remonter au XIIe siècle; l'autre, qui appartient à la Bibliothèque publique impériale de Saint-Pétersbourg, est de bois, et une inscription en français fait connaître qu'il a été construit pour les bombardiers turcs postérieurement à l'année 1731.

« On sait, dit M. Dorn, avec quel zèle les Arabes ont cul- « tivé l'astronomie à une époque où cette science était complé- « tement négligée, excepté dans les pays soumis à leur domi- « nation; nous avons un *assez grand nombre* des instruments « dont ils se sont servis. On connaît plusieurs globes célestes « arabes, un astrolabe arabe qui se trouve à Nuremberg; et il « est présumable que nous aurons, par la suite, occasion d'en « retrouver une plus grande quantité, lorsqu'on aura dirigé « sur ces antiquités l'attention des voyageurs et des Européens « qui résident en Orient. »

Le premier astrolabe dont il s'agit a été acheté par M. de Muchlinski au scheïkh Abdallah al-Tarabolusi, dans la ville d'Alep; il est en laiton, et on y retrouve toutes les pièces que nous avons décrites. Le limbe de la mère de l'astrolabe est divisé en 360 degrés, de 5 en 5, et la partie supérieure du cercle porte, en outre, une division de 10 en 10 jusqu'à 180 degrés, en chiffres européens gravés au-dessus des chiffres arabes.

Les disques comprennent trois cercles : celui du Capricorne, celui du Bélier et de la Balance (l'Équateur), celui de l'Écrevisse, et les almicantharats, au nombre de quinze; c'est donc

[1] Voyez le journal l'Institut, oct. 1839, n° 46, pag. 149.

un astrolabe *sex partium*, c'est-à-dire que chacun des cercles de hauteur répond à 6 degrés, qui sont indiqués en caractères arabes entre lesdits cercles. Un astrolabe complet a 90 cercles, et chacun d'eux répond à 1 degré (*astrolabium solipartium*); un astrolabe *bipartium* a 45 cercles dont chacun répond à 2 degrés; un *tripartium* 30; un *quinpartium* 18. Les autres tracés n'offrent rien de particulier.

Les disques ou tympans sont au nombre de sept; ils portent de chaque côté les mêmes divisions, à l'exception de l'indication des longitudes (*lisez* latitudes) auxquelles ils sont destinés.

Un côté du 1er disque porte l'inscription suivante : Pour l'île de Sérendib (Ceylan), *qui n'a pas de latitude, puisqu'elle est dans la ligne équinoxiale,* son heure 12; l'autre côté porte : pour la latitude 66°, heure 24 [1].

Sur le 2e disque, on lit d'un côté : pour la latitude 30°, heure 14, Missr (le Caire); de l'autre : latit. 45°, heure 15.

Le 3e porte d'un côté : latit. 41°, heure 15 3′, Sarragosse; de l'autre : latit. 39°, heure 14 48′, Denia.

Le 4e : latit. 36°, heure 14 30′, Alméria.
latit. 33°, heure 14 13′, Bagdad.

Le 5e : latit. de Malaga, 37°, heure 14 36′.
latit. 27°, heure 13 44′.

Le 6e : latit. de la Mecque, heure 12?
latit. 24°, heure. . . . . .

Le 7e : latit. 51°, heure 16 21′.
latit. 48°, heure 15 55′.

Parmi les noms d'étoiles qui se trouvent sur l'Araignée, M. Dorn cite : le Cœur du Scorpion, le Lancier désarmé,

[1] C'est la durée du plus long jour de l'année sous ce parallèle. Voyez Cl. Ptolemæi *Geographia à J. Moletio redacta*, p. 67 : *Tabula parallelorum et climatum ac eorum incessus, secundum recentiorum geographorum observationem.*

l'Aile droite du Corbeau, l'Étoile du Dragon, le Messager (Sirius), le Pied d'Orion, le Ventre de la Baleine, la Queue de la Baleine, la Queue du Capricorne, le Cœur du Lion, l'Avant-bras, l'Ophthalmique (le Petit Chien), l'Épaule d'Orion, les deux Hyades, le Porte-lance, la Main colorée, l'Épaule du Cheval, la Poule, la Petite-Ourse, le Vautour tombant, etc.

Au-dessus des signes du Zodiaque on aperçoit les premières lettres des noms latins.

On trouve sur le dos de l'astrolabe les divisions que nous avons précédemment fait connaître; les mois sont marqués suivant la nomenclature européenne, et au-dessus sont les premières lettres des noms italiens de ces mois. — « Dans un plus « petit cercle, ajoute M. Dorn, on trouve douze lettres arabes « au-dessous des mois précédents; mais, comme plusieurs de « ces signes sont répétés et qu'ils se réduisent à sept, il n'y a « pas de doute qu'ils ne désignent les jours de la semaine. « Tous ces cercles sont traversés par deux lignes qui se cou- « pent à angle droit, le méridien et la ligne équinoxiale, comme « de l'autre côté de l'instrument. Enfin, au milieu de l'astro- « labe, il y a un gnomon? *scala altimetra.* (C'est le carré des « deux ombres horizontale et verticale.) »

Les caractères arabes employés sur l'astrolabe, dit en terminant M. B. Dorn, sont ceux d'Afrique ou occidentaux; et nous devons croire que cet instrument a été construit en Sicile, vers le XIIe siècle de notre ère. — Le scheïkh Abdallah d'Alep prétend qu'il a dû appartenir au célèbre Nasir-eddin Thousi; mais cette assertion n'est pas suffisamment justifiée; quant aux chiffres et aux lettres européennes qu'il porte, elles ont pu être ajoutées après coup. — Rien, au reste, ne prouve que cet astrolabe soit du XIIe siècle; ce qu'il offre de plus remarquable, c'est l'indication des latitudes pour des

pays dont les noms ne se trouvent pas, en général, sur les instruments de ce genre qui nous sont parvenus : Sérendib, Bagdad, etc.

Telles sont les notions que nous avons recueillies sur l'astrolabe septentrional des Arabes [1], et les détails dans lesquels nous sommes entrés nous dispenseront de nous étendre sur la construction de l'astrolabe méridional. On prend, pour point de projection, le pôle nord au lieu du pôle sud, adopté pour l'astrolabe septentrional (voyez les pl. fig. 33), et l'on décrit successivement les trois cercles parallèles, savoir les deux tropiques et l'équateur, les almicantharats [2], les azimuts [3], les heures de temps et les heures égales, la ligne de l'ashre et les lignes de l'aurore et du crépuscule [4], comme on l'a vu ci-dessus; nous dirons seulement que l'alancabuth de l'astrolabe méridional présente les signes dans une position différente de celle où nous les avons placés pour l'alancabuth de l'astrolabe septentrional. Les signes septentrionaux sont en dehors du cercle équinoxial et les signes méridionaux au dedans [5]. Quant aux étoiles fixes [6] et aux divers tracés du dos de l'astrolabe [7], il est inutile de revenir sur ce qui a été expliqué plus haut.

Les Arabes avaient encore un astrolabe à la fois septentrional et méridional; ils en comptaient même plusieurs espèces. La première [8], appelée طبلى *tabli* (*tympanum*), comprenait

[1] On trouve encore dans Chardin (*Voyages en Perse*, in-4°, 1735, t. III, pag. 168 et suiv.) d'assez longs détails sur l'astrolabe septentrional des Persans.

[2] Voyez les planches, fig. 74.

[3] *Ibid.* fig. 75.

[4] Man. ar. 1148, fol. 87 *bis*.

[5] Voyez les planches, fig. 76.

[6] Les étoiles tracées sur la figure sont : 1. جناح الفرس l'Aile du Cheval (Pégase); 2. متن الفرس le Paleron du Cheval; 3. فم الفرس la Bouche du Cheval; 4. دلفين le Dauphin; 5. الطاير l'Aigle volant; 6. الحوا le Serpentaire; 7. صرفة al-Sharfah; 8. عنق الحية le Col du Serpent; 9. عبور Sirius; 10. فرد al-Ferd, la plus Brillante de l'Hydre; 11. رجل rigel, le Pied d'Orion; 12. (الاخر) نهر la Derniere du Fleuve.

[7] Man. ar. 1148, fol. 88.

[8] *Ibid.* Voyez les planches, fig. 77

les signes du zodiaque, disposés comme on le voit dans la figure 77. Les étoiles tracées dans la partie supérieure de la planche sont : 1. اعزل l'Épi ; 2. عبور Sirius ; 3. نهر le Fleuve ; 4. صرفة al-Sharfah ; et les étoiles tracées dans la partie inférieure sont : 5. واقع l'Aigle tombant ; 6. ردف la Suivante (du Cygne) ; 7. رامح Arcturus.

Dans la seconde espèce[1] الآسى *al-asi* (le Myrte)[2], et dans la troisième[3], السرطانى *al-serathani* (l'Écrevisse), les douze signes offrent une figure différente[4] ; quant au tracé des almicantharats, il ne présente point de difficultés, et nous nous contenterons d'en donner le dessin, avec l'auteur arabe, pour le *tabli* et l'*asi*[5].

Aboul-Hhassan entre encore dans quelques détails sur diverses espèces d'astrolabes qu'il suffit de mentionner ; c'est d'abord l'astrolabe *zaourakhi*[6] (le Scaphée) ; on trace sur un shafiah les trois cercles parallèles, les douze signes, les étoiles fixes, les almicantharats, les azimuts, les heures de temps et les heures égales, etc. puis l'on construit un autre shafiah de la forme ABCDFE[7], auquel on ajoute l'appendice ou languette TLMI, et qui s'applique sur le premier, de telle sorte

[1] Voyez les planches, fig. 78.

[2] On lit dans le man. 1148, fol. 89 *r.* que cet astrolabe était ainsi nommé parce qu'il offrait la forme d'une feuille de myrte : فيكون شكل منطقة البروج فيه شكل ورقة الآس (leçon adoptée par M. Reinaud).

[3] Voyez les planches, fig. 79.

[4] Man. ar. 1148, fol. 90. Aboul Hhassan nous donne encore le nom et la figure de six autres astrolabes de ce genre, d'après Albirouni. Ce sont : 1. الصدفى le *sadafi*, la Conque (fig. 80) (la figure 81 reproduit l'alancabuth de l'astrolabe qu'Aboul Hhassan appelle le *schachaichi* الشقايقى l'Anémone) ; 2. البرجسدانى le *berdjesdani*, le Porte-signe ? fig. 82 ; 3. البساطى le *bisathi*, le Tapis ? fig. 83 ; 4. الثورى le *tsouri*, le Taureau, fig. 84 ; 5. الجاموسى le *djamousi*, le Buffle, fig. 85 ; 6. السلحفى le *selhafi*, la Tortue, fig. 86.

[5] Man. ar. 1148, f. 94. Les feuillets 81 à 94 sont d'une autre écriture que le reste du manuscrit, et paraissent avoir été intercalés après coup. — Voyez les planches, fig. 87 et 88.

[6] Man. ar. 1148, f. 95. فى عمل الاسطرلاب الزورقى.

[7] Voyez les planches, fig. 89

que les lignes AB et EF tombent exactement sur le parallèle du Capricorne, et que BCDF et ACDE marquent sur les almicantharats la latitude de 30° et de 45°. La ligne TI indique le milieu du ciel. Quant aux autres pièces de l'astrolabe, elles n'offrent rien de particulier. Après le *zaourakhi* viennent les astrolabes dont les zones ne sont pas dépendantes de la projection [1]; dans celui-ci les douze signes sont placés sur une ligne droite qui passe par le pôle [2]; dans celui-là ils sont sur une ligne droite tangente au parallèle du commencement de l'Écrevisse [3]; dans un troisième, c'est une hélice [4]. L'astrolabe *al-kamil*, le parfait [5], porte, en outre des tracés dont nous avons parlé, le cercle de l'équation du soleil [6]. Aboul-Hhassan s'occupe ensuite du tracé de l'ellipse, et, après quelques considérations sur l'astrolabe cylindrique et sur l'astrolabe conique [7], il arrive au shafiah d'Arzachel et s'étend fort longuement [8] sur la description de cet instrument dont il donne le dessin. Nous ne le suivrons pas dans ses explications, attendu qu'elles ne présentent rien d'important, et que le man. latin n° 7195 nous fournit une traduction du traité écrit par Arzachel lui-même sur la construction de cet astrolabe. Il existe d'ailleurs, à la

[1] Man. ar. 1148, f. 97: فى وضع شى من الاسطرلابات التى مناطقها ليست على مقتضى التسطيح.

[2] *Ibid.* f. 96: من ذلك الاسطرلاب الذى منطقة بروجه خط مستقيم يمر بالقطب.

[3] *Ibid.* f. 97: من ذلك الاسطرلاب الذى منطقة بروجه خط مستقيم يماس مدار اول السرطان.

[4] *Ibid.* f. 98: من ذلك الاسطرلاب الذى منطقة بروجه خط حلزونى. — Aboul Hhassan passe rapidement sur la construction de ces instruments, d'un intérêt tout à fait secondaire. Voy. les planches, fig. 90, 91, 92.

[5] Man. arabe 1148, fol. 99: فى عمل الاسطرلاب المعروف بالكامل.

[6] *Ibid.* f. 99: دايرة تعديل الشمس.

[7] *Ibid.* f. 103 et suiv. فى تخطيط القطع الناقص وفى ذكر عمل الاسطرلاب الاسطوانى وفى ذكر نبذ من تسطيح الاسطرلاب المخروطى.

[8] Man. arabe n° 1148, fol. 108 et suiv. فى تسطيح الصفيحة الزرقالة والشكازية. Ce dernier instrument, appelé par Aboul-Hhassan *Chekaziah*, diffère peu du *shafiah* d'Arzachel.

Bibliothèque royale, un shafiah d'Arzachel parfaitement conservé et dont M. Jomard a eu l'heureuse idée de faire l'acquisition pour son département. Cet instrument faisait partie de la collection de M. Schultz, et comme la commission chargée de publier les travaux de ce voyageur doit en donner le dessin, en l'accompagnant d'une notice spéciale, nous nous bornerons à rapporter en peu de mots l'exposé d'Aboul-Hhassan et à montrer, par la citation de quelques passages du traité compris dans le man. latin de la Bibliothèque royale n° 7195, sur quels points il diffère des explications d'Arzachel. Les figures que nous reproduisons[1] feront en même temps ressortir ce que chaque tracé offre de particulier, et serviront de terme de comparaison avec l'instrument que possède la Bibliothèque royale[2].

Voici le résumé des indications qui nous sont fournies par Aboul-Hhassan :

Du point E comme centre, vous décrivez trois cercles concentriques, laissant assez d'espace entre le plus grand et le moyen pour écrire les degrés de 5 en 5 au moyen des lettres de l'alphabet[3], et vous marquez les divisions entre le cercle du milieu et le plus petit qui représente le colure des solstices[4]. Vous tracez ensuite l'équateur et l'écliptique, écrivant le nom des signes comme vous le voyez dans la figure, avec l'indication des 360 degrés; vous marquez aux points CD, EF

[1] Voyez les planches, fig. 93, 94, 95 et 96.

[2] On lit sur cet instrument, au-dessous de l'anneau de suspension :

صنع هاذه الصفيحة محمد بن فتوح الخمايرى
بمدينة اشبيلية عمرها الله فى سنة خيه الهجرة

« Ce *shafiah* a été construit par Mohammed » ben Fotouh al-Khemairi, dans la ville de « Séville, en l'année de l'hégire 615 » (1218 de J. C.).

Le mot صفيحة n'est pas reproduit très-exactement, et nous ne l'avons adopté qu'après avoir consulté M. Reinaud, dont nous avons si souvent mis l'extrême obligeance à contribution.

[3] Man. ar. 1148, f. 110: بحروف الجمل.

[4] *Ibid.* الدايرة المارة بالاقطاب الاربعة.

les pôles du monde et les pôles de l'écliptique, puis vous procédez au tracé des parallèles et des cercles de longitude, etc.

Quant à la seconde face du shafiah [1], vous décrivez un nombre suffisant de cercles concentriques pour marquer les degrés et pour écrire les divisions de 5 en 5, les noms des douze signes, les noms des mois cophtes, etc. Vous faites, en un mot, les mêmes tracés que ceux que nous avons décrits précédemment, soit pour le cadran destour, soit pour l'astrolabe planisphère. Les planches que nous donnons à la fin de ce mémoire les indiquent d'ailleurs suffisamment.

Si nous passons maintenant au man. latin n° 7195, fol. 89 et suiv. nous y trouvons des détails qui ne sont pas sans intérêt et que nous croyons devoir transcrire. Le traité qui les contient commence ainsi :

Incipit compositio tabulæ quæ Saphea dicitur sive astrolabium Arzachelis. — « Siderei motus et effectus motuum speculator et duplex dux Ptholomæus, inter cætera sui ingenia, astrolabium edidit et unicuique climatum propriam tabulam deputavit, quas omnes Arzachel Tholetanus, admirabilis inventor, in unam tabulam reduxit, quæ, cum (sit) universis terris communis, Astrolabium universale non immerito nuncupatur. Cujus rei scientia usque ad hoc nostrum tempus, anno domini 1231, omnes fere modo nos latuit; viam itaque inventoris (imitantes), distinctiones ejusdem instrumenti primo in corpore, dehinc lineationes ejus in plano, postremo opus et utilitates ejus enodabimus.

« *Sequitur de distinctionibus ejus in corpore.* — Signatis in sphera meridiano et æquatore, utrumque per intervalla quinos gradus continentia divide. Deinde æquidistantes æquatori per singulas punctationes altrinsecus in meridiano transeuntes facias, et hi circuli viam solis et stellarum erraticarum et fixarum ostendunt. Postea per polos et singulas punctationes in æquatore circulos magnos circumducas, et hi circuli ostendunt arcum de æquatore, qui interjacet meridianum, stellas et horizonta.

[1] Voyez les planches, fig. 93. — [2] *Ibid.* fig. 94.

De divisione zodiaci in corpore. — Zodiaco in sphera designato, eum sicut in æquatore, per intervalla quinos gradus continentia divide, et (eidem) æquidistantes per quinos gradus incedentes altrinsecus facias; deinde per ejus polos et ejus punctationes singulas magnos (circulos) circumducas; æquidistantes autem latitudines stellarum (magni vero circuli?) gradus eorum (designant). Ptholomæus quidem istius scientiæ fundamentum suum de hoc instrumento machinamentum super æquatorem in planum convertit. Hocque instrumentum super meridianum in planum componitur; et hoc est de corpore.

Sequitur de lineationibus ejusdem in plano. — Deinceps hujus instrumenti lineationes quæ in plano fieri debent exæquamur. Habita itaque lamina vel tabula in utraque parte sui planissima, in una ejus planitie fiant omnia quæ in dorso astrolabii fieri solent, videlicet limbus et alia sequentia, vel, pro tædio evitando, in quarta inferiori quæ est a dextris linetur quadrans sine cursore. Designantur horæ (e) contrario ei quadranti qui annulum sive pendiculum habet, quia ibi movetur instrumentum, hic movetur regula, et consideretur quanta sit altitudo solis meridiana; numera in regione tua vel climate (quarto quantam quia) commune est omnibus terris, et nota eam in linea dividente quartam circuli ductam per medium, et secundum portionem ejus superiorem, versus centrum fiat quadratum orthogonium, secundum doctrinam Ptholomæi. Deinde lineentur horæ secundum doctrinam datam de quadrante, tamen, *ut dixi*, e contrario ei quadranti qui movetur, et sistant omnes ad contactum orthogonii; et dividantur (latera) orthogonii in 12 puncta sicut in astrolabio fiunt, sicut etiam patet in subscripta figura (fig. 96). Deinde fiat regula cum pinnulis et clavus regulam tabulæ conjungens; similiter et armilla, sicut in astrolabio fieri solet, et hoc in exteriori planitie opus complebitur.

Sequitur de lineatione ejus ex parte alia. — (Consequenter) est ut lineationes et mensuræ quæ in aliâ planitie, scilicet matre, fieri debent subsequantur. Inprimis igitur limbum, ad mensuram ejus qui in alia parte vel planitie factus est, facias. Et simili modo distinguas postea planitiem per duos diametros in centro tabulæ sese orthogonaliter secantes; in quartas partes divide et per has litteras diametros signa AB, CD. Diameter AB sit æquator. CD sit horizon. In sphera recta intimus vero circulus in limbo meridianus

erit. Deinde pone unum caput regulæ in puncto B et aliud extende ad quintum gradum juxta C versus A, et ubi secat diametrum CD puncta, et ita incede per quinos gradus versus A semper punctando in diametro CD. Similiter extende regulam a puncto B ad quintum gradum juxta A versus D, et ubi secat diametrum CD puncta, et sic incedas donec pervenias ad quintum gradum juxta D. Postea extende diametrum CD ex utraque parte longe extra tabulam. Deinde pone pedem circini in linea extensa ex parte C, et coapta circinum ita ut unus ejus pes attingat quintum gradum ab A versus C et transire possit per primam punctationem in diametro CD, juxta centrum usque ad quintum gradum juxta B versus C, et lineam curvam facias; simili modo per sequentes gradus et punctationes incede, donec IG lineas completas curvas habeas. Eodem modo facies in alia medietate ex parte D, et aliud extende ad quintum gradum juxta C versus B, et ubi secat diametrum AB puncta et sic incede, donec pervenias ad quintum gradum juxta B; eodem modo facias in alia medietate. Extende postea diametrum AB ex utraque parte longe extra tabulam. Deinde pone unum pedem circini in lineâ AB ex parte D, ipsum coaptando, ut transeat ex C per primam punctationem in AB juxta centrum versus A in punctum D, et curvam lineam facias. Simili modo facias de omnibus punctationibus et hoc in utraque medietate tabulæ. Et erunt ex utraque parte IG lineæ curvæ et isti sunt circuli qui a polo ad polum per gradus æquatoris diei oppositos transeunt.

Sequitur de signatione zodiaci. — Zodiacum autem sic signabis. Enumera declivationem solis maximam scilicet 24 gradus ab A versus D et pone ibi F in G, et hic est zodiacus. Item AC versus A 12 gradus enumera et ibidem pone H et duce lineam ab H in I, quæ est axis zodiaci; H et I sunt poli deinde æquidistantes zodiaco et circulos transeuntes de polo ad polum zodiaci simili inventione et mensura qua in æquatore dictum est facias. Deinde juxta F ex parte A scribe Cancrum ita quod G de circulis transeuntibus per polos zodiaci capiat; simili modo scribe Leonem, Virginem, Libram, Scorpium et Sagittarium; vice versa juxta ex parte B scribe Capricornum et cætera signa, ut sese sequuntur, prout patent in præcedenti figura (fig. 95).

Sequitur de horizonte obliquo. — Ad ultimum horizon hoc modo fiat; enumeretur latitudo regionis AC versus A, et ibidem fiat minutissimum foramen et similiter in ejus opposito. Deinde filum sericum bene extensum et bene

firmatum in prædictis punctis colloces, et sicut variantur latitudines regionum, sic variabitur fili positio; et hæc de compositione astrolabii universalis dicta sufficiunt [1].

On lit un peu plus loin :

Liber operationis tabulæ quæ nominatur Saphea patris Isaac Arzachelis. Primum capitulum, de nominibus descriptionum positarum in tabula communi. — Descriptionum quæ sunt in facie prima earum est circulus, super quem sunt partes gradnum, qui est circulus meridiei, et illi gradus dividuntur quini et quini. Et diameter qui transit per armillam usque ad inferiorem locum tabulæ est vice circuli æquatoris diei. Et diameter qui secat orthogonaliter illum est vice circuli horizontis recti. Et arcus qui secant hunc diametrum, transeuntes per quinas et quinas divisiones, dicuntur revolutiones, et illæ quæ sunt ex parte sinistra, dum aspicitur tabula et suspenditur per armillam, sunt septentrionales, et quæ sunt ex parte dextra sunt meridionales, et longitudines revolutionum ab æquatore diei scriptæ supra circulum meridiei, incipientes ab utraque parte ipsius æquatoris, donec terminentur in 90. Et

[1] On trouve dans le man. lat. n° 7295, sous le titre de : *Instrumentum sapheæ magistri Johannis de Lineriis*, la description d'un instrument appelé également *shafiah* (saphea) et attribué à Jean de Linières, qui florissait à Paris vers la fin du XIVe siècle (Weidler, *Hist. astronomiæ*, 12-39).

La citation suivante, que nous empruntons à cet auteur et pour laquelle, comme pour celle qui précède, M. Paulin-Paris a bien voulu nous aider de ses conseils, servira de point de comparaison avec l'extrait du man. 7195 que nous donnons ci-dessus :

« Descriptiones quæ sunt in facie instrumenti notificatæ limbus seu circulus exterior, qui sit ABCD divisus in 360 partes, accipitur loco circuli meridiani. Diameter ab armilla descendens usque ad inferiorem partem, scilicet diameter AB est loco circuli æquinoxialis in saphea, et in pluribus operationibus accipitur pro linea meridiana et diameter eam intersecans ortholate, scilicet diameter CD, est loco horizontis recti, et arcus intersecantes hunc diametrum CD dicuntur revolutiones, quarum illæ quæ sunt in parte sinistra, dum aspicitur tabula et suspenditur per armillam, sunt septentrionales et illæ quæ sunt in parte dextra sunt meridionales; arcus vero qui concurrunt in duobus punctis C et D dicuntur ascensiones circuli recti; aliqui vero accipiuntur pro horizontibus climatum; et punctus C est polus septentrionalis, punctus vero D est polus meridionalis; et ascensiones prædictæ incipiunt ab armilla, et terminantur in parte inferiori tabulæ, ubi terminantur 180 gradus ascensionum, et deinde ascendunt usque ad armillam, ubi terminantur 360 gradus ascensionum.

« Linea vero recta E F transiens per centrum est loco zodiaci, et in puncto E est caput Capricorni, et procedunt signa secundum ordinem descendendo usque ad

punctus in quo numerus 90 terminatur, in parte in qua sunt revolutiones septentrionales, est polus æquatoris septentrionalis. Et punctus sibi oppositus est polus meridionalis. Arcus vero qui concurrunt in ipsis duobus polis describunt ascensiones circuli recti. Et horizon rectus est in medio illarum ascensionum, ut longitudines prædictarum ascensionum, incipientes ab armilla, sunt scriptæ in parte septentrionali, infra æquatorem diei et principium revolutionis septentrionalis donec perveniant ad 180, videlicet usque ad partem inferiorem tabulæ. Deinde crescit numerus ascendendo inter æquatorem diei et principium revolutionum meridionalium, donec finiant in 360, in circulo meridiei sub armilla; et linea recta ex cujus utraque parte scripta sunt nomina signorum, vocatur linea longitudinis sive linea circuli signorum. Et spatia contenta inter arcus concurrentes, in duobus punctis diametri secantis orthogonaliter dictam lineam, dicuntur partes signorum; et illa 2 puncta sunt poli circuli signorum, et minimi circuli supra quos scripta sunt nomina stellarum sunt stellæ fixæ. Et stellæ quarum nomina scripta sunt ascendentia versus armillam sunt in medietate signorum ascendentium ad illam partem, et quarum nomina scripta sunt ex eis descendentia

« punctum F, ubi terminatur signum Geminorum, et ubi incipit signum Cancri usque ad partem superiorem procedendo ubi terminatur Sagittarius, et sic in centro tabulæ incipit Aries descendendo inferius et Libra ascendendo superius.

« Sequitur descriptio circuli qui movetur super faciem tabulæ; qui circulus exterior dicitur circulus (mobilis ?), et est divisus in 360, qui sit I G K, et est loco æquinoxialis; arcus vero circuli infra eum contentus S ille est loco eclipticæ seu zodiaci; et in puncto K incipiunt signa, quia ibi est caput Arietis, et procedunt per L usque ad I, ubi est finis Piscium. Linea vero recta incipiens a puncto I transiens per centrum, quod est in puncto O, tenet vicem medietatis horizontis cujus libet regionis, et alia medietas completur per medietatem lineæ H O P, S. per medietatem H O, ita quod tunc illæ 2 medietates faciunt totam unam lineam rectam; et medietas lineæ H O P, S. medietas HO, constituet quemcumque angulum cum linea O I; alia vero medietas S. O P volvitur super eclipticam I L K.

« Nomina vero descriptionum positarum in dorso tabulæ primo est ibi circulus altitudinis divisus in 360 partes, et insuper illum est circulus signorum, deinde circulus mensium et dierum, deinde quadrans ad rerum altitudines et umbras accipiendas. Linea vero justa, ab armilla destrans usque ad centrum dicitur linea (meridionalis) et eadem à centro usque ad partem inferiorem dicitur linea septentrionalis, alia vero linea quæ a sinistra protendit, usque ad dextram intersecans prædictam ad angulos rectos dicitur linea orientis; dum protendit a sinistra parte usque ad centrum, et a centro usque ad dextram dicitur linea occidentis; deinde est ibi allidada ad capiendum altitudines. »

ad inferiorem partem tabulæ sunt in medietate ex signis ad illam partem. Et regula recta quæ volvitur super faciem tabulæ, in qua non sunt tabulæ perforatæ, illa est vice horizontis obliqui, et divisiones in prædicta regula signatæ sunt; sive gradus horizontis obliqui et longitudines graduum a foramine quod est in medio regulæ scriptæ sunt in superficie ipsius regulæ ex parte acuitatis ejus. Et nomina descriptionum in dorso tabulæ; prima est circulus altitudinis, infra illum circulum est circulus signorum, et infra circulum signorum est circulus mensium et dierum ipsorum. Deinde sequitur quadrans (complectens) duas umbras; post hoc regula, in cujus duobus capitibus sunt duæ tabulæ erectæ perforatæ, ad altitudines accipiendas.

On trouve ensuite l'indication des étoiles fixes marquées sur l'astrolabe, et le traducteur en indique deux pour chaque signe[1]. L'instrument qui se trouve à la Bibliothèque royale contient le nom de trente-deux étoiles; ce sont : 1. (النسر) الطاير l'Aigle volant; 2. الصرفة Al-sharfah; 3. قلب الاسد le Cœur du Lion; 4. الردف la Suivante; 5. سرة الفرس l'Ombilic du Cheval; 6. الرامح Arcturus; 7. (الفكة) منير la Brillante de la Couronne; 8. الواقع (النسر) l'Aigle tombant; 9. راس الغول la Tête de Méduse; 10. القايد Al-kaïd; 11. ظهر الدب le Dos de l'Ours; 12. الفرقد Al-ferkad; 13. الخضيب (الكف) la Main teinte; 14. العيوق Capella; 15. راس التوام la Tête des Gémeaux; 16. الغميصا Procyon; 17. منكب الجوزا l'Épaule d'Orion; 18. الدبران Aldébaran; 19. قلب العقرب le Cœur du Scorpion; 20. الاعزل le Délaissé

[1] Man. latin n° 7195, fol. 89 : « *De stellis* « *fixis.* Est tabula de stellis fixis secundum « Arzachelem : huic operi necessarium adjungere ad minus unam vel duas stellas in « quolibet signo, *et novit Deus quod ego* « *Guillelmus Anglicus ibi cogitavi per sex an-* « *nos ; hoc meum principium non fuit, nisi quod* « *Arzachel spheram super meridianum, ut dic-* « *tum est superius, compressit ; completum est* « 1231, *secunda die januarii.* — On lit à la fin du traité : « *Explicit liber tabulæ quæ no-* « *minatur Saphea patris Isaac Arzachelis cum* « *laude Dei et adjutorio ; translatum est hoc* « *opus, apud Montem Pessulanum, de arabico* « *in latinum, in anno domini N. J. X.* 1263. « *Profatio gentis Hebræorum vulgarizante, et* « *Johanne Brixiensi in latinum redacente.* « *Amen.* »

(l'Épi); 21. فم الحوت Fomalhaut; 22. الشولة Al-schaulah; 23. ابط الرامی l'Aisselle du Sagittaire; 24. رجل قنطورس le Pied du Centaure; 25. ذنب قيطوس la Queue de la Baleine; 26. متن قيطوس le Dos de la Baleine; 27. سهيل Canope; 28. مجذاف السفينة la Rame du Navire; 29. منير السفينة la Brillante du Navire; 30. العبور Sirius; 31. رجل الجوزا le Pied d'Orion; 32. اخر النهر la Dernière du Fleuve (Acarnar)[1].

La comparaison que l'on peut établir entre les divers *shafiahs* d'Arzachel, dont nous venons de parler, et dont les dessins existent, complétera cet exposé. Nous rappelons seulement que l'astronome de Tolède, pour expliquer la différence d'excentricité qu'il avait remarquée entre ses propres observations du soleil et celles d'Albatégni, faisait tourner le centre de l'excentrique dans un petit cercle[2]. Aboul-Hhassan dit quelques mots d'un autre instrument assez semblable au *shafiah* d'Arzachel et qu'il appelle *Chekasiah* الشكازية[3]; puis il passe à la description de la baguette de Nasir-eddin Thousi ou *astrolabe linéaire*[4], et s'étend fort longuement sur les divers tracés que cet instrument comporte. Nous réservant d'en parler plus particulièrement dans un travail que nous préparons sur Nasir-eddin Thousi, nous terminerons cette partie de notre mémoire par la description d'une autre espèce de *shafiah*, construite en l'année 1337 de notre ère, et dont M. Jomard a enrichi tout récemment son intéressante collec-

[1] Plusieurs de ces noms d'étoiles offraient à la lecture des difficultés, que l'expérience de M. Reinaud a aisément levées; voyez la signification exacte de ces diverses dénominations, dans l'index qui suit ce mémoire.

[2] Voyez ce que dit Purbach, lib. III, prop. 13, sur les 402 observations que fit Arzachel dans les quatre points intermédiaires des équinoxes aux solstices; et Delambre, *Histoire de l'astronomie au moyen âge*, pag. 213 et 286.

[3] Man. ar. n° 1148, fol. 120.

[4] *Ibid.* f. 120 et suiv. فی عمل الاسطرلاب الخطی وهو المعروف ایضا بعصی الطوسی.

tion. Le savant académicien se propose d'en donner le dessin exact dans l'ouvrage annoncé plus haut; aussi nous bornerons-nous à quelques indications générales.

Sur l'une des faces de ce *shafiah*, on lit au-dessous de l'anneau de suspension :

الجامعة للاعمال والعروض
صنعها وابتدرها على بن ابرهيم المطعم

(Instrument) qui réunit les opérations et les latitudes; construit et éprouvé par Ali ben Ibrahim Almuthim.

et sur la seconde face :

لشيخ على بن محمد الدربندى عفا الله عنه فى سنة ذلح

Pour le scheikh Ali ben Mohammed Al-Derbendi, année 738 (1337 de J. C.).

D'un côté nous trouvons les noms des douze signes, les degrés de chaque cadran de 5 en 5 et répétés dans un sens renversé, la division du rayon en 60 parties, l'indication par des lignes droites des cercles de latitude, de longitude et des parallèles, etc. comme nous l'avons vu pour le *shafiah* d'Arzachel.

De l'autre, les douze signes du zodiaque placés au-dessous des 360 degrés, et les mêmes tracés que sur l'alancabuth [1], avec l'indication de cinquante-huit étoiles dont voici les noms :

1. العيوق Capella; 2. (راس ال)غول la Tête de Méduse; 3. عناق les Chèvres; 4. سرة الفرس l'Ombilic du Cheval (Pégase); 5. منكب الفرس l'Épaule du Cheval; 6. (الكف ال)خضيب la

[1] Voyez les planches, fig. 41.

Main teinte; 7. (النسر) الواقع l'Aigle tombant; 8. بطن الحوت le Ventre du Poisson; 9. (الدجاجة) منقارها le Bec de la Poule; 10. ردف la Suivante; 11. القايد Al-kaïd; 12. فخذ العوا الايمن le Fémur droit de Bootès; 13. منير الفكة la Brillante de la Couronne; 14. الفكة Al-fekkah; 15. شمالى الزبرة la Septentrionale d'Alzubra; 16. ركبة الدب le Genou de l'Ourse; 17. ظهره le Dos de l'Ourse; 18. دبران Aldébaran; 19. (الجوزا) يد la Main droite d'Orion; 20. (الجوزا) يد la Main gauche d'Orion; 21. الجذما (الكف) la Main coupée; 22. (الفرس) جناح l'Aile de Pégase; 23. متن le Paleron; 24. جحفلة la Lèvre de Pégase; 25. (النسر) الطاير l'Aigle volant; 26. الحوا le Serpentaire; 27. الرامح Arcturus; 28. جنوبي الطرف la Méridionale d'Al-tharf; 29. الغميصا Procyon; 30. مرزم Mirzam; 31. الهنعة Al-henah; 32. ذنب الجدى la Queue du Capricorne; 33. جنوبي ساق الدلو الايمن l'Australe de la Jambe droite du Verseau; 34. جسد قيطس le Corps de la Baleine; 35. اصل ذنبه la Racine de sa Queue; 36. جسد الارنب le Corps du Lièvre; 37. (الجوزا) منطقة la Ceinture d'Orion; 38. رجل le Pied; 39. الرجل اليسرى le Pied gauche; 40. المرزم Al-mirzam; 41. اليمانية Sirius; 42. الفرد Al-ferd; 43. قاعدة الباطية la Base de la Coupe; 44. الاعزل l'Épi; 45. الاكليل la Couronne; 46. وسط ثلثة الجبهة celle du milieu des trois d'Al-djéba; 47. جناح الغراب الايمن l'Aile droite du Corbeau; 48. قلب العقرب le Cœur du Scorpion; 49. تالى الشولة la Suivante d'Al-schaula; 50. منكب الرامى الايسر l'Épaule gauche du Sagittaire; 51. (منكب) الرامى الايمن l'Épaule droite du Sagittaire; 52. يد الرامى اليسرى la Main gauche du Sagittaire; 53. عرقوب le Tibia; 54. اول النعايم la Première d'Al-naaïm; 55. فم الحوت الجنوبي Fomalhaut; 56. اخر النهر Acarnar; 57. الفرش la Plaine [1]; 58. ذراع قنطورس الايمن le Bras droit du

[1] الفرش est pris, sans doute, dans le sens de سهيل (Canope). M. de Hammer et M. Prin-

Centaure. — Plusieurs de ces noms d'étoiles ne nous étaient point connus, et l'on en trouvera l'explication plus exacte dans l'index placé à la fin de ce mémoire. Les indications que nous venons de donner suffiront pour compléter ce que nous avions à dire des astrolabes planisphères.

Il nous reste à faire connaître une dernière espèce d'instruments astronomiques, que les Arabes comprenaient sous le nom d'instruments d'observation[1] :

Au premier rang se trouve le quart de cercle de Ptolémée, appelé اللبنة *les briques*[2]. Comme la description donnée par Aboul Hhassan ne s'écarte point de celle que nous a transmise l'astronome d'Alexandrie, nous nous contenterons de la mentionner. — Il est question de cet instrument dans un opuscule du manuscrit arabe n° 1157 de la Bibliothèque royale, que l'on croit avoir été composé par Mouvayad al-Oredhi[3] : « Soit, « dit l'auteur, un mur de 6 coudées 1/2 de hauteur et de largeur

sep (*Journal asiatique de Calcutta*, t. V, p. 791) n'ont pu déterminer la position de l'étoile *Selibar* سلبار ou سلوار, qui n'est certainement ni *la Lyre* الملياق, ni aucune étoile du Loup السبع, puisque le Djihannuma nous apprend qu'on a tort de confondre *Selibar* avec *Canope*; ce serait plutôt la Brillante du Phénix ou la Rame du Navire, qui sont de seconde grandeur, ou la Dernière du Fleuve (Acarnar). Quant à l'étoile النير dont parle M. Prinsep (*loc. cit.*), c'est sans aucun doute النر qu'il faut lire (نير بدن قنطورس).

[1] Man. ar. n° 1148, fol. 129 : فى وضع الات الرصد. — M. de Hammer-Purgstall nous avait fait espérer des détails sur quelques instruments astronomiques qui se trouvent dans un des premiers chapitres de la Description des mers indiennes, dont il a donné plusieurs extraits dans le Journal asiatique de M. Prinsep (t. III, p. 553, et t. V, p. 441 et 785), mais nous ne les avons pas encore reçus. (Voyez, outre le Journal de M. Prinsep, le *Coup d'œil de l'encyclopédie orientale*, et la *Revue lustrale des ouvrages orientaux de l'an* 1830, publiés par M. de Hammer.)

[2] Man. ar. 1148, f. 129. — Albatégni, chap. LVII.

[3] Man. ar. n° 1157, fol. 41 *r*. — M. Jourdain, dans sa *Notice sur l'obs. de Méragah*, p. 10, attribue cet opuscule à Mouvayad al-Oredhi de Damas, qu'Abou'lféda appelle *Al-faradi*, et dont il sera question dans la traduction que M. Reinaud va faire paraître de ce géographe célèbre. — La description que nous donnons plus loin *du sextant* répond suffisamment à ce que M. Jourdain dit, p. 23, sur *le mural*.

« parallèle à la ligne méridienne, et soit fixé sur sa face orien- « tale, au moyen de supports, un quart de cercle en bois et ses « deux règles, de manière que l'angle méridional du mur en « soit le centre; faites dans ce quart de cercle une rainure, et « placez-y un autre quart de cercle en cuivre; tracez sur le « limbe trois arcs concentriques, qui vous permettront d'écrire « les degrés de 5 en 5, et les divisions en minutes; que l'une « des deux règles soit exactement perpendiculaire et l'autre pa- « rallèle à l'horizon, et que le limbe du quart de cercle soit « dans le plan du méridien; adaptez ensuite au centre un cy- « lindre d'acier, qui supporte une alidade garnie de deux pin- « nules; la ligne qui passera par le centre du quart de cercle et « le degré de hauteur, passera également par le centre du « soleil. » — L'alidade était terminée en pointe pour marquer plus exactement la hauteur de l'astre, et se mouvait au moyen d'une corde et d'une poulie attachée au haut du mur. Nous donnons la figure de cet instrument (fig. 97 et 98) telle qu'elle est tracée dans le manuscrit 1157.

C'est encore à Ptolémée qu'il faut rapporter *l'anneau*[1] qui servait à trouver l'obliquité de l'écliptique[2]; les divisions comprenaient les tierces. Aboul Wéfa, dans le manuscrit arabe n° 1138, f. 19, s'exprime ainsi au sujet de la détermination de l'obliquité mesurée sur le grand cercle qui passe par les quatre pôles (le colure des solstices) : « Nous prenons d'abord « la plus grande et la plus petite hauteur méridienne, et lorsque « ces deux hauteurs sont de même dénomination, soit boréale,

[1] Man. ar. 1148, fol. 131. Ptolémée, l. I, ch. x. Man. ar. 1157, fol. 46. — M. Jourdain, *loc. cit.* p. 31, en a fait à tort l'astrolabe de Ptolémée. On lit dans le premier manuscrit : فى صفة الحلقة التى يرصد بها الميل; et dans le second : من الالات القديمة المعدة لمعرفة ميل فلك البروج. Voyez les planches, fig. 99 et 100.

[2] Voyez, sur l'observatoire du Caire et le grand cercle qui servait à observer le soleil, Silvestre de Sacy, cité par M. Caussin t. VII des Notices des Man. p. 3 et suiv.

« soit australe, leur différence donne la distance des points sols-
« ticiaux; mais si elles sont de différente dénomination, nous
« prenons la différence de leur somme à la demi-circonférence
« pour avoir l'arc dont il s'agit. »

Ces hauteurs méridiennes se prennent par l'observation, avec des instruments solides et construits avec soin, divisés en parties analogues aux degrés du cercle :

1° *Instruments à doubles pinnules.* Ainsi, par exemple, on fixe dans le plan du méridien un cercle entier divisé en 360 parties égales, subdivisées chacune, autant que faire se peut, et l'on établit sur la circonférence, en deux points diamétralement opposés, deux pinnules mobiles, soit sur une alidade adaptée au centre du cercle, soit sur un second cercle enchâssé dans le premier et tournant sur le même centre; puis on fait mouvoir ces deux pinnules sur le limbe du cercle, jusqu'à ce que le rayon lumineux passe en même temps par les deux ouvertures pratiquées dans ces pinnules. C'est ainsi que nous arrivons à la hauteur méridienne du soleil, en approchant autant que possible de la véritable. Nous prenons alors le nombre des parties ou degrés compris entre l'indicateur de la pinnule supérieure, et entre la ligne horizontale qui partage le cercle en deux parties égales, et nous avons la grandeur de l'arc correspondant à la hauteur méridienne du soleil.

Autrement. Nous fixons très-solidement dans le plan du méridien une tablette carrée, et, prenant pour centre l'angle supérieur méridional, nous traçons, avec un rayon égal à l'un des côtés, un quart du cercle que nous divisons en 90 parties égales, subdivisées chacune en autant d'autres parties égales que faire se peut. Puis nous fixons au centre un axe sur lequel nous faisons mouvoir une alidade égale en longueur au rayon du quart de cercle, et avec laquelle nous prenons les

hauteurs méridiennes du soleil, et cela en dirigeant l'alidade vers le point où le soleil passe au milieu du ciel, afin que le rayon solaire entre en même temps dans l'ouverture de chaque pinnule; puis nous prenons la distance de l'indicateur de l'alidade au bord supérieur du cadran, et nous avons la hauteur méridienne du soleil.

Instruments à ombre ou gnomon. Ou, *autrement,* nous fixons un gnomon au centre du quart de cercle, et nous prenons le milieu de l'ombre méridienne de ce gnomon sur les divisions du cadran, et nous prenons, pour mesure de la hauteur du soleil à midi, la distance entre ce point de division ou milieu de l'ombre et le bord supérieur du quart de cercle.

Autrement encore. Nous plaçons sur la ligne méridienne un gnomon conique perpendiculaire sur un plan parallèle à l'horizon ou parallèle à ce plan horizontal, aussi exactement qu'il est possible, afin d'obtenir, par la grandeur de l'ombre au moment où le soleil passe au milieu du ciel, la hauteur de cet astre au même instant, et cela en prenant dans la table des ombres l'arc correspondant à l'ombre méridienne de notre gnomon (supposé de douze parties); car, quel que soit cet arc, il marquera la hauteur demandée.

Aboul Wéfa ajoute qu'ayant observé le soleil à Bagdad, par ces méthodes et pendant plusieurs années consécutives, il a trouvé la plus grande hauteur de 80° 10′, et la plus petite de 33°; en prenant la différence, qui est de 47° 10′, on a la distance de l'un à l'autre solstice; et la moitié, ou 23° 35′, donne l'obliquité de l'écliptique.

La sphère armillaire ou astrolabe de Ptolémée est indiquée par Aboul Hhassan sous le nom d'*instrument des armilles* [1].

[1] Man. ar. n° 1148, fol. 134 : فى صفة عمل الالة التى يقال لها ذات الحلق. — Ptolémée, l. III, ch. 1. — Caussin, *loc. cit.* p. 33, 82 et 122. — Flamsteed, *Proleg.* p. 20, 26.

D'après le manuscrit 1157[1], cet instrument était composé de cinq cercles, le zodiaque, le colure, le grand cercle de latitude, le méridien et le petit cercle de latitude, dont la surface convexe touchait la concavité des deux premiers. Le petit cercle de latitude était traversé diamétralement par une alidade qui servait à viser l'étoile, et dispensait du sixième cercle de Ptolémée. C'est là que l'auteur parle de tubes placés entre les deux dioptres[2].

Parmi les instruments mentionnés dans l'almageste et employés par les Arabes, nous citerons encore l'armille équatoriale pour observer les équinoxes, qui était enchâssée dans un méridien pour plus de solidité[3]; l'instrument à pinnules mobiles destiné à mesurer le diamètre de la lune, soit dans les éclipses, soit en toute autre occasion[4] : c'était, dit Delambre[5], un dioptre à deux pinnules, dont l'alidade avait 4 2/3 de coudée de longueur. La pinnule oculaire était percée d'un petit trou rond; la pinnule objective était percée d'un trou plus grand; elle était mobile; on l'approchait ou on l'éloignait, de manière que le diamètre de la lune parût remplir exactement l'ouverture de la pinnule objective. Les divisions tracées sur la règle indiquaient la distance des deux pinnules, et l'on en concluait les diamètres; la plus grande distance n'excédait jamais 130 des parties de l'alidade. Pour se servir de cet instrument, on avait deux disques; le diamètre de l'un était 2 2/5 de fois le diamètre de la plus petite ouverture du

[1] Man. ar. n° 1157, fol. 42 v. — Jourdain, *loc. laud.* — Delambre, *Histoire de l'astronomie au moyen âge*, p. 201. — Voyez nos planches, fig. 101, 102, 103, 104, 105, et, pour les pièces secondaires (pôles, axes, mugerrih, etc.), fig. 106.

[2] Voyez plus haut, p. 114.

[3] Man. ar. n° 1157, fol. 47 v. — Jourdain, p. 32. — Voy. les planches, fig. 107.

[4] *Ibid.* f. 47 : ومن الالات القديمة ذات الهدف السيارة. — Jourdain, p. 33.

[5] Delambre, *Histoire de l'astronomie au moyen âge*, p. 201. — Voyez les planches, fig. 108.

trou de la pinnule mouvante, et le diamètre de l'autre disque était le même que celui de cette ouverture. L'alidade était divisée en 220 parties égales à ce même diamètre; le point de départ était à la pinnule fixe; chacune de ces parties était subdivisée en douze autres, qui étaient les doigts de la division du diamètre du petit disque. L'instrument était porté sur un pied; pour connaître la quantité d'une éclipse solaire, on employait le petit disque, avec lequel on couvrait la pinnule oculaire de la quantité précise de l'éclipse. Pour une éclipse de lune, c'était la pinnule objective qu'on couvrait avec le grand disque d'une quantité égale à celle de l'éclipse. Le grand disque était divisé en 31 3/5 de parties égales à celles du petit. L'auteur arabe dit que Ptolémée s'est contenté de nommer ce dioptre sans le décrire; mais, d'après ce que Théon nous en a transmis, on n'y voit rien de semblable à ces deux disques, et rien ne nous assure que les ouvertures des pinnules eussent ces proportions.

Aboul-Hhassan dit ensuite quelques mots des règles parallactiques ou *triquetum* de Ptolémée [1]; on trouve, sur cet instrument, un assez long commentaire dans le manuscrit arabe n° 1157 [2].

Quant aux instruments qui paraissent appartenir en propre aux Arabes, le plus curieux est, sans contredit, le sextant, et la description que nous en ferons établira un point important de l'histoire de la science; mais, avant de nous en occuper, nous dirons quelques mots des cinq instruments que Mouvayad al-Oredhi indique comme étant de son invention [3].

Le premier, ou *instrument des quarts de cercle mobiles*, se com-

[1] Man. ar. 1148, fol. 132 : فى عمل الالة التى يقال لها ذات الشعبتين.

[2] Man. ar. 1157, fol. 56 et suiv.

[3] Man. ar. n° 1157, fol. 49 et suiv. — Jourdain, *Mémoire sur l'observatoire de Méragah*, pag. 38.

posait d'un grand cercle horizontal traversé par deux diamètres, qui se dirigeaient vers les quatre points cardinaux. Au centre était un cylindre, autour duquel tournaient deux quarts de cercle verticaux garnis de leurs alidades, avec lesquels on pourrait prendre au même instant les hauteurs de deux étoiles et leurs azimuts, ou déterminer leur distance [1].

On nommait le second *instrument aux deux piliers ou colonnes;* ces piliers étaient en pierre et de six coudées de haut; à leur partie supérieure, une traverse supportait un cylindre ou axe, autour duquel tournait une règle de cinq coudées un quart de long sur un quart de coudée de large, qu'on appelait demi-diamètre, parce que, dans son mouvement autour de l'axe, l'extrémité de cette règle décrivait un cercle; à cinq coudées de cette extrémité, on marquait un point qui était le centre du cercle [2]. Pour mieux saisir cette construction, supprimons les deux piliers, et soit TAR la traverse; LA le demi-diamètre élevé à la hauteur du soleil au moyen des pinnules *a* et *b;* pour mesurer cette hauteur, imaginez le rayon perpendiculaire AP; en P est un autre axe autour duquel tourne une autre règle de sept coudées et demie PQ. Par des poulies, vous élevez la règle PQ de manière qu'elle vienne toucher en L le demi-diamètre; PL sera la corde de l'angle PAL = distance du soleil au zénith. Le triangle isocèle PAL donne

$$PL = 2\ AL \sin. \tfrac{1}{2} A = 120 \sin. \tfrac{1}{2} A,$$

$$\text{soit } A = 90°, \text{ la corde } = 120 \sin. 45° = 84,\ 85287;$$

il faudrait donc que la règle PQ fût de 85 parties environ pour que cette règle pût mesurer un angle de 90°, le demi-diamètre AL étant de 60.

[1] Man. ar. 1157, fol. 50 et 51 : الالة التى يميناها ذات الربعين يقوم مقام ذات الحلق ; voyez les planches, fig. 109, 110 et 111.

[2] Man. ar. 1157, fol. 52 et 53 : الالة ذات الاسطوانتين. — Delambre, *loc. cit.* — Voy. les planches, fig. 112 et 113.

$$60^p : 5 :: 85 : PQ = \frac{85 \cdot 10}{120} = \frac{850}{120} = \frac{85}{12} = 7\,\frac{1}{12},$$

Il faudrait donc que la règle PQ fut de 7 coudées $\frac{1}{12}$; on la fait de 7 coudées $\frac{1}{2}$, et l'on y marque les cordes depuis 0 jusqu'à 85; 60^p étant la corde de 60°, et $84^p\ 51'\ 10''$ étant celle de 90°.

Cet instrument était une modification des règles parallactiques de Ptolémée; chacune de ses parties était divisée en 60′, et sur la ligne PQ on avait inscrit à côté de chaque corde l'arc auquel elle appartenait.

Le troisième instrument[1] se composait d'un cercle posé horizontalement sur une colonne, et de deux règles formant un compas glissant dans une rainure, et soutenues par d'autres règles perpendiculaires, à l'aide desquelles, au lieu d'observer la hauteur, on en voyait le sinus; il s'appelait, pour cette raison, *instrument des sinus et des azimuts;* le quatrième[2] donnait les sinus et les sinus verses, et le cinquième était une modification de l'instrument des deux piliers, qui devenait azimutal au lieu d'être fixe dans le méridien[3]. M. Delambre[4] dit que ces instruments n'ont pas été imités, et qu'ils ne méritaient guère de l'être; mais ce savant aurait pu faire remarquer, à l'honneur des Arabes, qu'ils connaissaient l'usage du gnomon à trou, fait très-important pour l'histoire des ob-

[1] Man. ar. 1157, f. 52 v. الاله ذات الجيب والسمت. — Jourdain, p. 43. — Delambre, *loc. cit.*

[2] Man. ar. 1157, f. 53 : الا ، ذات الجيوب والسهم. Voyez les planches, fig. 114.

[3] Man. ar. 1157, f. 54 : الالة الكاملة le Parfait. — L'auteur dit qu'il a construit lui-même cet instrument à Damas l'an 615 (٦١٥): نوع آخر مما عملته بدمشق سنة ٦١٥ للملك المنصور صاحب حمص بحضور الامام العلامة الفاضل الوزير نجم الدين اللبّودى. On lit en marge : *l'an 650;* mais M. Reinaud nous a fait remarquer qu'il n'y avait point de prince de ce nom à Émèse, soit en 615, soit en 650 de l'hégire. Au lieu de حمص, peut-être faut-il lire حماة. — Voyez les pl. fig. 115. — C'est à la suite de ces indications que l'auteur revient sur les règles parallactiques الالة ذات الشعبتين. Voy. les pl. fig. 116. — Jourdain, *loc. cit.*

[4] Delambre, *loc. cit.*

servations astronomiques; en effet, l'observatoire de Méragah était disposé de manière que les rayons du soleil, pénétrant par une ouverture pratiquée au haut du dôme, se projetaient sur le mur, en sorte que l'on pouvait connaître les degrés et les minutes du mouvement du soleil, les hauteurs solsticiales et équinoxiales, et les heures de la journée. M. Biot avait le premier porté son attention sur cette curieuse indication; mais elle ne s'appuyait que sur un passage non justifié [1] de l'historien Khondemir, qui écrivait à la fin du xv[e] siècle, et nous avons été assez heureux pour trouver une nouvelle preuve de l'emploi du gnomon à trou, dans la description que nous donne Aboul-Hhassan du sextant d'Abou Mohammed al-Chogandi [2]; en voici le texte [3] et la traduction :

الفصل الثانى فى الالة المسماة بالسدس الفخرى

بين هذه الالة وبين غيرها من الالات التى يرصد بها الميل تفاوت كثير وذلك ان ساير الالات التى يرصد بها الميل نهاية ما يدرك به الدرج والدقايق فقط وهذه يدرك بها الدرج والدقايق والثوانى وهذه صفة عملها نستخرج خط نصف النهار كما تقدم ويبنا على جنبيه حايطين متوازيين لخط نصف النهار وبعد ما بينهما سبعة اذرع ونعمل فيما بينهما من جهة الجنوب طاقا بحكمة الصنعة ويهيا فى اعلاه ثقبا مقدار قطره سدس ذراع وارتفاعها

[1] Jourdain, *loc. cit.* pag. 15.

[2] Ed. Bernard. *Transact. philos.* t. XIII, pag. 724 : « Abu Mahmud al-Chogandi « (A. D. 992, Hegiræ 382), tempore Fecr-« oddaulæ, sextante cujus radius erat cu-« bitorum XL limbusque in minuta secun-« da distinctus invenerat λόξωσιν minorem « quam unquam captaverat aliquis majorum « suorum, nimirum 32' 21". » — Voyez ce qu'il dit, pag. 723, sur le quart de cercle d'Albirouni, *cui radius* XV *cubitorum*.

[3] Man. ar. 1148, fol. 130. La faute *grammaticale* que M. Reinaud nous a signalée, lig. 6, 8, etc. existe dans le man.

عن الارض عشرون ذراعا ونركب على قطرها حديدة مبنية ثم نحفر فى الارض على استقامة مسقط حجر مركز للثقبة عشرين ذراعا ونعمد الى الواح متينة ونعمل منها بينهما مربعا مجوفا صلما ممتدا غير مايل طوله اربعون ذراعا ونركب فى احد طرفيه زرفينا ونعلق من الحديدة المعترضة على الثقب فيبقى السهم مقام نصف قطر الدايرة ثم يدار فى الحفرة المحفورة حتى يحصل قوس قدرها سدس دايرة ونركب فيها الواح ويملس ويسوى ويصحح ويلبس صفايح صالحة للقسمة ونقسم هذه القوس بستين قسما وكل قسم من هذه الاقسام درجة ونقسم الدرجات التى نظن انها نهاية الميل بستين قسما فمعلوم ان كل قسم من هذه الاقسام دقيقة ونقسم كل دقيقة بعشرة اقسام ليكون كل قسم من هذه الاقسام للعشرة تحتوى على ست ثوانى فاذا بلغت الشمس فلك نصف النهار القت شعاعها من تلك الثقبة على حوالى خط نصف النهار ولان امتداد شعاع الشمس من الشمس على هيئة مخروط يكون ما القت من الشعاع على الارض اعظم مقدارا من مقدار الثقبة فلذلك ينبغى ان تهيا الة اخرى لتحقيق ذلك وهذه الالة هى دايرة مساوية لمقدار الشعاع الواقع على الارض ويعمل فيها قطران متقاطعان على زوايا قايمة فاذا قربت الشمس من خط نصف النهار اطبقت هذه الدايرة على شعاعها الواقعة على الارض وحركت بحركة الشمس رويدا رويدا

حتى يقع مركزها على خط نصف النهار فيتحقق بذلك موضع
وسط الشعاع من فلك نصف النهار ويعرف من ذلك ارتفاع
الشمس فى نصف النهار فان من الموضع الذى وافاه مركز هذه
الدايرة الى مسقط حجر الثقبة هو تمام الارتفاع والله اعلم

CHAPITRE SECOND : DE L'INSTRUMENT APPELÉ SEXTANT.

Il y a une grande différence entre cet instrument et ceux dont on se sert pour observer la déclinaison du soleil, c'est qu'il donne les degrés, minutes et secondes, tandis que les autres ne donnent que les degrés et minutes.

Voici comment on le construit :

On trace une ligne méridienne, et on élève deux murs parallèles à cette ligne, un de chaque côté, de manière qu'il y ait entre ces deux murs un intervalle de sept coudées. On élève sur cet intervalle, du côté du midi, une voûte de construction solide, et on laisse, à la partie supérieure, une ouverture circulaire, dont le diamètre est de 1/6 de coudée (3 p. 2/3), et la hauteur au-dessus du sol de vingt coudées.

On établit, sur le diamètre de cette ouverture, un barreau de fer; puis on creuse le sol, dans la direction du fil à plomb suspendu au centre, et de la ligne méridienne, jusqu'à une profondeur de vingt coudées.

On prend ensuite de bonnes planches que l'on assemble à angles droits, de manière à former un canal quadrangulaire, solide et bien dressé, de quarante coudées de longueur; on attache à l'une de ses extrémités deux gonds, et on les suspend au barreau de traverse fixé sur l'ouverture.

De cette manière, il ne reste plus d'apparent que le sinus verse (la flèche), au lieu du demi-diamètre du cercle.

Ensuite on fait tourner le tuyau de telle sorte qu'il décrive un arc du sixième de la circonférence (60°); on établit cet arc en planche, on le polit, on l'égalise, on l'unit, on le revet d'une bande lissée pour la division, puis on divise l'arc en 60 parties ou degrés, chacun des degrés qui servent à marquer la déclinaison, en 60 minutes, et chaque minute en 10 parties, c'est-à-dire de 6 en 6 secondes.

Quand le soleil est arrivé au méridien, les rayons lumineux se projettent

par l'ouverture aux environs de la ligne méridienne; et, parce que ces rayons se propagent en partant du soleil en forme de cône, leur projection sur le terrain a plus d'étendue que celle de l'ouverture, et cela rend nécessaire l'emploi d'un second instrument, pour avoir exactement le centre de l'image solaire.

Ce second instrument est un cercle égal en grandeur à la projection des rayons lumineux sur le terrain, et muni de deux diamètres qui se coupent à angles droits. Lors donc que le soleil approche de la ligne méridienne, on présente le cercle au-devant des rayons lumineux qui se projettent sur le terrain, et on le fait mouvoir peu à peu, en suivant le mouvement du soleil, jusqu'à ce que le centre du cercle se trouve sur la ligne méridienne; l'on obtient ainsi exactement le lieu du centre de l'image du soleil au méridien, et l'on a la hauteur du soleil dans le méridien; car la distance du centre de ce cercle au point où tombe le fil à plomb dans le sextant est égale au complément de la hauteur du soleil.

Cet instrument, comme on le voit, était placé verticalement dans le méridien; il se composait d'un arc de 60 degrés, divisé de 6 en 6 secondes et de 40 coudées de rayon, et d'un tuyau mobile autour du centre. A midi, les rayons du soleil passaient par une ouverture pratiquée dans la voûte qui couvrait l'instrument, suivaient le tuyau, et formaient, sur la concavité du sextant, une image circulaire dont le centre donnait, sur l'arc gradué, le complément de la hauteur du soleil. Cet instrument ne diffère de notre mural qu'en ce qu'il était garni d'un simple tuyau au lieu d'une lunette; il donne une idée suffisante de la précision que les Arabes cherchaient à obtenir dans l'observation des astres, et montre qu'ils portaient les divisions au delà des minutes[1]. On n'avait

[1] M. Caussin (Extr. d'Ebn-Iounis, p. 122) s'exprime ainsi : « L'armille d'Ali ben Amajour était divisée de 20′ en 20′, mais ces « divisions étaient assez grandes pour qu'on « pût aisément en déterminer le tiers, à « plus forte raison la moitié (10′), et vraisemblablement le quart (5′). La division « n'était pas poussée plus loin sur les ins« truments dont se servaient les anciens as« tronomes (Flamsteed, *Proleg.* p. 19). L'ar-

jamais eu que des notions vagues sur le sextant d'al-Chogandi, et ce que l'on disait des dimensions de cet instrument était même de nature à rendre son existence problématique; il est à regretter cependant qu'Aboul-Hhassan ne dise pas où un pareil instrument a été établi, et quel emploi les Arabes en ont fait; mais, du moins, sa construction montre qu'ils connaissaient l'usage du gnomon à trou. C'est le dernier fait important que nous ayons à signaler dans ce mémoire; en effet, les instruments dont les Arabes se servaient pour observer les éclipses, les nouvelles lunes et le lieu vrai des planètes[1], n'offrent plus qu'un intérêt secondaire; nous en dirons toutefois quelques mots. Voici comment Aboul-Hhassan entre en matière sur l'instrument des éclipses :

« Vous prenez d'abord un *shafiah* de forme ronde, où vous « décrivez[2] le cercle ABCD; vous tracez dans ce cercle deux dia- « mètres AC, BD, qui se coupent à angles droits au point E; le « point E est le centre du cercle. Vous prenez ensuite avec le « compas, la distance de AE, et, conservant l'ouverture, vous « placez l'une des pointes en A, et vous faites la marque N à « l'endroit où l'autre pointe coupe l'arc AB; vous portez ensuite « le compas sur le point B, toujours avec la même ouverture, « et vous marquez le point R sur l'arc BC; vous joignez ensuite

« mille avec laquelle observait Iahia ben « Abou Mansor, le plus célèbre des astro- « nomes du temps d'Almamon, n'était di- « visée que de 10 en 10', et, pour une obser- « vation de l'équinoxe d'automne de l'an « 237 de l'hégire, on employa une grande « armille (ce sont les termes de l'auteur), « qui marquait les minutes. Il paraît qu'on « ne cherchait pas, à cette époque, à pousser « la division au delà des minutes, même sur « les instruments que faisaient faire les sou- « verains. Vers l'an 515 de l'hégire, on cons- « truisit au Caire un grand cercle de dix « coudées (quinze pieds environ), un autre « de sept coudées et une sphère armillaire « de cinq coudées, etc. » Ce que nous venons de dire au sujet du *sextant* de Mohammed al-Chogandi contredit l'assertion de Flamteed et de M. Caussin. Voyez aussi ci-dessus, pag. 195.

[1] Man. ar. n° 1148, fol. 139, 144 et 147 : فى عمل الالة التى يعرف بها الكسوف والة روية الاهلة والة تقويم السبعة السيارة.

[2] Voyez les planches, fig. 117.

« par des lignes droites ER, EN et CN; la ligne CN coupe les « deux lignes ER et AB aux deux points TI, et, de ces deux « points comme centres, nous décrivons deux cercles, dont l'un « est tangent en S à la ligne EN, et l'autre tangent au premier « en K et à la ligne CE.

« Prenez maintenant EM égal à EI, et, de M comme centre, « décrivez un cercle semblable au cercle I; puis du point E « comme centre, avec le rayon EV, décrivez un arc tangent aux « deux cercles décrits autour des centres T, M, ce sera l'arc VZ; « décrivez de même, avec un rayon EG, un arc tangent aux « deux mêmes cercles, du côté de la circonférence du *shafiah*, « ce sera l'arc GH; décrivez ensuite du centre E avec le rayon « EV l'arc SPL; puis divisez chacun des deux arcs SP et PL en « douze parties égales, et écrivez les nombres au-dessus, comme « vous le voyez dans la figure [1]. Noircissez après cela les deux « cercles M et T; enlevez avec la lime tout ce qui est entre eux, « du côté des arcs VZ, GH, et écrivez au-dessus de SP : *Heures « d'ascension de la lune pendant le jour*, et au-dessus de PL : *Heures « d'ascension de la lune pendant la nuit;* puis sur le cercle I : *Sphère « du soleil.* »

Aboul-Hhassan indique ensuite la construction du chebakah, et il décrit, au moyen du calcul, une suite d'arcs [2] qui donnent les *muri*, ou indicateurs de la première et de la seconde distance, de la latitude de la lune, du milieu de l'éclipse et de la demeure (dans l'ombre) [3], des doigts égalés [4], de l'heure à

[1] Voyez les planches, fig. 118.

[2] Voyez les planches, fig. 119 et 120.

[3] المكث *l'immersion.*

[4] الاصابع المعدلة, on appelle ainsi les doigts ou douzièmes parties de la surface du disque lunaire. Voyez sur cette manière de mesurer la grandeur des éclipses, Ptolémée, *Almageste*, l. VI, ch. VII; on trouve aussi dans cet auteur, p. 147, une table pour convertir les doigts du diamètre en doigts de la surface. La note de Caussin (*loc. laud.* p. 86 et 118) est reproduite textuellement par Jourdain. (*Mémoire sur l'observatoire de Méragah*, p. 37.)

laquelle commence l'éclipse, des heures d'ascension diurne et nocturne de la lune, etc. on écrit sur le cercle M : *Djuzahar*[1], et sur le cercle I : *Cercle des phases de la lune*[2]. Les divers tracés que nous venons d'énumérer peuvent être distribués comme on le voit dans la figure 121, et portés sur le *shafiah* avec les divisions indiquées figure 122. Dans ce dernier cas, le petit cercle représente la sphère de la lune, qui doit coïncider avec la sphère du *djuzahar* placée sur le chebakah.

Pour l'instrument de l'apparition des nouvelles lunes, il faut se reporter à la construction de l'astrolabe septentrional; le cercle MLC représente l'équateur, et le cercle TLRM l'écliptique; on écrit les noms des douze signes, à partir du point T, en commençant par le signe du Capricorne; le tracé des almicantharats et des azimuts a lieu comme pour l'astrolabe, et, quant au *chebakah*, il n'a pas besoin d'explication[3]. L'instrument du lieu vrai[4] des planètes est aussi d'une extrême sim-

[1] جوزهر. Ce nom est formé du mot persan كوزهر, qui signifie *lieu venimeux*; les Arabes appellent ainsi les nœuds de la lune; on les nomme aussi la Tête et la Queue du Dragon. Voici ce que dit à ce sujet Schah Cholgius (*Astron.* pag. 74, 66, et 50) : جوزهر قمر قوس است از منطقه ممثل ميان اول حمل وتقاطع منطقه فلك مايل ومنطقه فلك ممثل .... وجوزهر معرب كوزهر است يعنى محل زهر تشبيه كرده اند شكلى كه حاصل مى شود از تقاطع دايرتين بتنين يعنى ازدها و ازدهارا زهرور سر ودم مى باشد بس هر يكرا از راس وذنب جوزهر كفتند وهر دورا جوزهرين وعقدتين

[2] الدايرة المظهرة لزيادة القمر ونقصانه.

[3] Voyez les planches, fig. 121 et 122.

[4] تقويم *éphémérides.* — On lit dans Schah Cholgius, pag. 1 et 4 : زيج قانون است منجم را در استخراج تقاويم..... از زيج مواضع ستاركان را در نصف النهار روزها يكسال بيرون اورند واتصالات ايشان بيكديكر واجتماعات واستقبالات وخسوفات وطوالع آن ورويت اهلة وغير آن ودر دفترى بنويسند آنرا تقويم خوانند تسميه المحل باسم الحال چه در آن دفتر تقويم كواكب سبعه سياره در نصف النهار هر روز برابر آن روز نوشته بود وتقويم در اصطلاح اهل هيات قوسى است از منطقه البروج ما بين اول حمل تا سر خطى كه اخراج كنند از مركز عالم ومرور كند بمركز كوكب ومنتهى شود بفلك ثامن

plicité. C'est, pour le soleil [1], l'écliptique avec les noms des douze signes, le cercle qui porte l'apogée, et le cercle d'excentricité divisé en douze parties, qui répondent aux mois solaires, comme on le voit pour *kaihac* [2]. Le point B représente l'apogée qu'Aboul-Hhassan place, dans le temps où il vivait, au commencement de l'Écrevisse. Pour la lune [3], on ajoute un épicycle à l'excentrique [4]; pour mars [5], l'instrument comprend, outre l'écliptique, le cercle qui porte l'apogée [6], l'excentrique et un épicycle. On a tant écrit sur la théorie des planètes [7], telle qu'on l'enseignait avant Copernic, qu'il serait hors de propos de nous étendre sur ce sujet, et nous terminerons ici notre travail [8].

Ce que nous avons rapporté suffit pour donner une idée des instruments astronomiques dont les Arabes se sont servis pour leurs observations; sans doute ce mémoire présente de nombreuses lacunes, mais l'approbation que l'Académie des sciences et l'Académie des inscriptions et belles-lettres ont bien voulu lui accorder est pour nous un encouragement trop précieux pour que nous ne cherchions pas à nous en rendre de plus en plus digne, en continuant des recherches qui nous ont

[1] Voyez les planches, fig. 123.

[2] C'est le nom d'un des mois coptes. — On distingue de l'excentrique le cercle qui porte l'apogée (Schah Cholgius, pag. 41) : فلك شمس مشتمل است بردو فلك يكى ممثل وآن در جوف فلك مريخ است... ديكر فلك خارج مركز وآن در ثخن ممثل است

[3] Voyez les planches, fig. 124.

[4] Voyez Alfragan, pag. 23; Albatégni, ch. XXXVI et suiv. — La sphère de la lune, dit Schah Cholgius, p. 50, se compose de quatre cercles : فلك قمر مشتمل است برچهار فلك اول فلك ممثل وآنرا فلك جوزهر نيز خوانند مركز هر دو سطح او مركز عالم است وآن در جوف فلك عطارد است.. دوم فلك مايل وآن درجوف فلك جوزهر است.. سيوم فلك حامل وان در ثخن فلك مايل است بمثابت ساير حوامل در ممثلات.. چهارم فلك تدوير وآن در ثخن حامل است

[5] Voyez les planches, fig. 125.

[6] Schah Cholgius, p. 40.

[7] Voy. Albatégni, ch. XLV, les manuscrits latins n° 7195, fol. 69, et n°s 7295 : *de Motibus planetarum per instrumenta manualiter mota*.

[8] Qu'il nous soit permis, avant de finir, de remercier MM. Jaubert et Savary de leurs bienveillants conseils.

conduit à des résultats accueillis avec autant d'indulgence; nous avons fixé, d'une manière aussi précise que possible, la limite des connaissances acquises jusqu'à ce jour sur une des branches les plus intéressantes de l'histoire de l'astronomie; nous ne négligerons rien pour la reculer de plus en plus.

INDEX

DES MOTS TECHNIQUES ET DES NOMS ARABES DES ÉTOILES, AVEC LA NOTATION DE BAYER.

On a pu remarquer, dans le cours de ce mémoire, que la valeur des lettres arabes n'était pas toujours la même; nous avons dû, en effet, respecter l'orthographe des mots passés en usage, tels que *ashre* pour *asr*, *shafiak* pour *safihah*, etc. le vocabulaire que nous donnons ici servira, du moins, à rectifier ces différences.

الابرة le Dard, λ et υ du Scorpion.

أبرة المرفق la Pointe du Coude, ψ de Persée.

ابط الجوزا l'Aisselle (α) d'Orion. V. منكب.

ابط الرامي l'Aisselle (σ) du Sagittaire.

الاثافي le Trépied, α, ε, ζ de la Lyre; — σ, τ, υ du Dragon (δ, ρ, φ?); — λ, φ' φ'' d'Orion. Voyez هقعة.

الاجتماعات les Conjonctions de la Lune.

الاجمال les Chameaux, étoiles du Corbeau. Voyez عرش السماك الاعزل.

اختلاف المحاذاة l'inégalité de la *Prosneuse* (πρόσνευσις), troisième inégalité de la Lune ou variation.

اختلاف الميل variation d'obliquité.

أخر النهر la Dernière du Fleuve, α de l'Éridan (*Acarnar*).

ادحى النعام le Nid des Autruches, ζ, ρ, η, σ, τ', τ'', E, s et t de l'Éridan; ε et π de la Baleine. — Nom donné à la Couronne méridionale.

الارتفاع la hauteur, arc de cadran de la circonférence qui passe par les deux pôles de l'horizon.

الارض la Terre.

الارنب le Lièvre, const.

ازحى النعام, pour النعام ادحى.

الاستقبالات les oppositions de la Lune.

استقرا extraction, déduction.

الاسد le Lion, 5e signe du zodiaque.

الاسدة la Lionne, const. du Loup.

الاسطوانة le Cylindre.

اسطرلاب (استرلاب et اصطرلاب) Astrolabe. — نصفى — ثلثى astrolabe sur lequel les almicantharats sont marqués de deux en deux, de trois en trois, etc.

الاسى le Myrte (qui a la forme d'une feuille de myrte), nom d'un astrolabe.

الاشراط les signes α (η?), β, γ du Bélier.

الاشفار les Paupières ou le Bord des Cils, π et (ν) de l'Écrevisse. — κ, ε, μ du Lion.

الاصل la souche. — L'*ashle*, rapport des parties du sinus de la plus grande hauteur d'un point de l'écliptique ou d'une étoile aux parties d'une ligne menée de l'extrémité supérieure de l'arc de la plus grande hauteur, passant par le centre du parallèle du point donné et se terminant au plan de l'horizon.

اصل الذنب la Racine de la Queue, β de la Baleine.

اصيل la fin du jour, depuis le milieu de l'après-midi jusqu'au coucher du soleil.

الاطربال l'*atherbal* (terebella), instrument à percer, muni d'une grenade. Voyez الرمانة.

اطوال الكواكب les longitudes des étoiles.

الاظفار les Ongles ou les Serres, étoiles obscures de la Lyre (ε et ζ?) en avant de النسر الواقع.

اظفار الذيب les Ongles du Loup, ω et F du Dragon.

الاعتدال l'équinoxe.

الاعلام les Bannières, γ et ι du Cocher.

الاعزل le Délaissé ou le (Lancier) désarmé, α de la Vierge (l'Épi). Voyez السماك — من الاعزل du Lancier désarmé, σ, δ, ε, η, ζ, ω, θ de l'Hydre.

الاعمدة les verticales.

الاغربة les Corbeaux. Voyez الثرود.

الاغنام les Troupeaux, étoiles du Verger; voyez الروضة. — Petites étoiles de Céphée, voisines de γ et de ρ.

الافق l'horizon. — الافاق المايلة les horizons obliques.

الاكليل la Couronne, β, δ, π du Scorpion, 17ᵉ mansion de la Lune.

اكليل الجبهة la Couronne du Front, β, δ, π, ρ, ν, ω du Scorpion.

الاكليل الجنوبي la Couronne méridionale, const.

الاكليل الشمالي la Couronne septentrionale, et α de cette const. Voyez الفكة.

آل نعش la Famille du Cercueil, α, β, γ, δ, ε, ζ, η de la Grande-Ourse.

ام السما la Mère du Ciel : la Voie lactée.

الات اكرية instruments sphériques.

الات جيبية instruments à sinus.

آلة التي يعرف بها الكسوف l'instrument des éclipses.

الالة الكاملة l'instrument parfait, espèce d'armille.

آلة تقويم السبعة السيارة l'instrument du lieu vrai des sept planètes.

آلة ذات الاسطوانتين instrument aux deux piliers ou colonnes.

آلة ذات الجيب والسمت l'instrument à sinus et à azimuts. — ذات الجيب والسهم l'instrument à sinus et à sinus verse.

آلة ذات الحلق l'instrument des armilles.

آلة ذات الربعين l'instrument des quarts de cercle (mobiles).

آلة ذات الشعبتين l'instrument appelé *règles parallactiques* ou *triquetum*.

آلة ذات الهدفة السيارة instrument à pinnule mobile.

آلة روية الاهلة l'instrument des nouvelles lunes.

ام الاسطرلاب la Mère de l'Astrolabe.

انبوبة verge ou pivot (tube).

الانحراف la déclinaison.

الانجلا l'émersion.

انف الاسد le Naseau du Lion, même signification que فم الاسد.

انف الفرس le Naseau du Cheval, ε de Pégase. Voyez فم الفرس.

الانيسان les deux Compagnes, α et β du Triangle.

الانهران (Golius, p. 2469, écrit الانهرار) les Pluvieuses? α, β, η, γ, δ, ε de la Vierge.

الاوتاد les quatre pivots (dans l'écliptique).

اوج apogée.

اولاد الضباع les Petits de l'Hyène, θ, ι, κ, λ, etc. de Bootès.

اولاد الظبا les Petits du Daim : Externes de la Grande-Ourse.

اول السموت le premier vertical.

اول النعام la première des Autruches, γ du Sagittaire.

أول النهار le commencement du jour.

الباطية la Coupe, const.
الباقى le reste ou l'excédant.
باقى العوا la Restante du Hurleur, δ de la Vierge.
البدن le Ventre, τ et υ de Pégase.
برج signe. — البروج الاثنا عشر les douze signes du zodiaque.
البرجسدى le Porte-signe? nom d'un astrolabe.
البرد la Grêle, β, η, γ, δ, ε de la Vierge. Voyez العوا.
برشاوش Persée, const.
البركار le compas.
البروج البطية الطلوع والسريعة الطلوع signes de lente et de prompte ascension.
بره le Bélier, 1er signe du zodiaque, *pers.*
البساطى (qui a la forme d'un Tapis)? nom d'un astrolabe.
بسيطة *basithah* ou cadran horizontal.
بسيطة الاسطوانة surface cylindrique.
البطن le Ventre (du Bélier). Voy. البطين.
البطن le Ventre, δ du Centaure.
بطن قنطورس le Ventre (δ) du Centaure.
بطن قيطس le Ventre (ζ) de la Baleine.
بطن الحوت le Ventre du Poisson, β d'Andromède, 28e mansion de la Lune.
البطين le Petit Ventre, ε, δ, π (ρ', ρ'', ρ''') du Bélier, 2e mansion de la Lune.
بعد distance, déclinaison; — perpendiculaire abaissée du centre ou pied du gnomon sur la commune section du plan du gnomon, qui est le méridien, et du vertical du Soleil.
بعد ابعد apogée.
بعد اقرب périgée.
البقار le Bouvier, const. de Bootès.
البقر les Bœufs, lumière blanche au-dessous de Canope.
بلد lieu terrestre.
البلدة la Cité, lieu du ciel sans étoiles, entre النعائم et سعد الذابح, 21e mansion de la lune (peut-être les six étoiles du Sagittaire appelées القلادة). Voyez ce mot.
البلعان (*sic*) les deux Dévorants (*Deglutientes*), μ et ν du Verseau. Voyez سعد بلع.
بنات نعش الكبرى les Filles du Grand-Cercueil (*litt.* les Grandes-Filles du Cercueil), α, β, γ, δ, ε, ζ, η de la Grande-Ourse.
بنات نعش الصغرى les Filles du Petit-Cercueil (*litt.* les Petites-Filles du Cercueil), α, δ, ε, γ, β, η, ζ de la Petite-Ourse.
بنات les Filles, α, δ, ε de la Petite-Ourse. — ε, ζ, η de la Grande-Ourse.
بنو نعش les Fils du Cercueil, α, β, γ, δ, ε, ζ, η de la Grande-Ourse.
بهت mouvement propre des planètes.
بيش پاى le Pied antérieur? η des Gémeaux.
البيض les Œufs, étoiles de l'Éridan voisines de ادحى النعام. Voyez ces mots.
بيوت السما les douze maisons célestes.

التابع la Suivante, α du Taureau.
تابع النجم la Suivante des Pléiades, α du Taureau (Aldébaran).
تابع السماك la Suivante d'Arcturus, ε de Bootès.
تاج الجبار la Tiare du Géant, ο (1 et 2), G, π (1, 2, 3, 4, 5, 6) d'Orion.
تالى الشولة la Suivante de la Queue, la Nébuleuse du Scorpion, 1re des Externes.
تالى النجم la Suivante des Pléiades (Aldébaran), α du Taureau.
تثليث trine, octant de la Lune.
التحاى les Saluts, η, μ, ν (H ?) des Gémeaux. Voyez تحاق et تحاق.
التحاى (التحية, التحيات) les Saluts, λ, φ' φ'' d'Orion. Voyez هقعة.
تحويل conversion.
تدوير épicycle.

تربيعات quadratures.
ترتيب الارتفاع la directrice de la hauteur, ligne droite qui passe par l'extrémité inférieure de l'arc de hauteur et par le centre de l'horizon.
تسديس sextile, octant de la Lune.
تسطيح projection.
تعديل نصف النهار différence ascensionnelle.
تعديل النهار l'équation diurne.
تفاضل le restant, l'excès.
تقويم lieu vrai, éphéméride.
تم الكاس l'Extrémité de la Coupe. V. فم.
التماثيل les Images, étoiles d'Hercule voisines de النسق. Voyez ce mot.
التنين le Dragon, const.
توابع العيوق les Suivantes ou les Compagnes de la Chèvre, β, γ et ι du Cocher.
التوامين (n. التوامان) les Gémeaux, 3ᵉ signe du zodiaque.
توسط السما médiation.
تير. Voyez نير قنطورس.
التيس le Bouc, et التيسان les deux Boucs, π et ρ du Dragon (χ et φ?).

ثالثة tierces.
ثانية secondes.
الثاهت le Péricarde, δ de Persée.
الثريا les Pléiades, 3ᵉ mansion de la Lune.
ثعبان le Dragon, const. Voyez التنين.
ثعلبان les deux Renards. Voyez الضفيرة.
الثور le Taureau, 2ᵉ signe du zodiaque.
الثورى (qui a la forme du Taureau), nom d'un astrolabe.

الجاثي (على ركبتيه) l'Agenouillé, const. d'Hercule.
الجاموسى (qui a la forme du Buffle), nom d'un astrolabe.
الجبار le Géant, const. d'Orion.
الجبر والمقابلة l'algèbre.
الجبهة le Front, ζ, γ, η et α du Lion, 10ᵉ mansion de la Lune.
جبهة العقرب le Front (ω) du Scorpion. Voyez اكليل الجبهة.
جحفلة الفرس la Lèvre du Cheval, ε de Pégase.
جذر côté, racine carrée.
جدول النسبة table de proportion.
الجدى le Chevreau, α de la Petite-Ourse, l'étoile Polaire.
الجدى le Capricorne, 10ᵉ signe du zodiaque.
الجديان les deux Chevreaux, η et ζ du Cocher. Voyez العناز.
الجذما (la Main) coupée, α de la Baleine. Voyez الكف.
جزء chose, point, partie, degré.
جز ممر le degré de passage.
جسد الارنب le Corps (α) du Lièvre
جسد قيطس le Corps (υ ou ζ) de la Baleine.
جسم un solide.
الجمال. Voyez حساب et حروف.
جناح الغراب الايمن l'Aile droite (γ) du Corbeau.
جناح الفرس l'Aile du Cheval, γ de Pégase.
جنب المسلسلة le Côté de la Femme enchaînée, β d'Andromède.
جنب برشاوش le Côté (α) de Persée, et selon Oloug-Beg, χ. Voyez معصم الثريا et مرفق.
جنك رومى la Lyre grecque, nom persan de la const. de la Lyre.
جنوبى ساق الدلو الايمن l'Australe de la Jambe droite (δ) du Verseau.
جنوبى الطرف la Méridionale d'Altharf, β de l'Écrevisse.
الجهات les quatre points cardinaux.
الجو l'atmosphère.
جوز الثريا le Noyau ou le Centre des Pléiades, η du Taureau.
الجوزا les Noix, les Gémeaux, 3ᵉ signe du zodiaque. — Constellation d'Orion.

جوزهر le lieu Vénéneux (les Nœuds de la Lune).

جوزهرين (*n.* جوزهران) les deux lieux Vénéneux (la Tête et la Queue du Dragon, ou les Nœuds de la Lune). Voy. عقدتين.

الجون la Noire, ε de la Grande-Ourse.

الجيب الاعظم le plus grand sinus, le sinus total.

جيب القوس sinus, moitié de la corde.

الجيب المعكوس sinus verse.

جيب تمام القوس sinus du complément ou de l'excédant d'un arc, cosinus.

جيب فضل sinus de l'excédant, cosinus. — sinus *fadhal*, ombre verticale d'une hauteur égale à la déclinaison d'un point de l'écliptique ou d'une étoile. — Tangente trigonométrique de la déclinaison.

حادى النجم et الحادى le Conducteur des Pléiades, α du Taureau (Aldébaran).

حارس السما le Gardien du ciel (Bootès et Arcturus).

حارس الشمالى le Gardien du nord (Bootès et Arcturus).

الحافر le *hhafir*, nom d'un cadran.

حامل l'excentrique qui porte l'épicycle.

حامل راس الغول Celui qui porte la Tête de Méduse, const. de Persée.

الحبس *alhabos*, le clou qui joint l'anneau de suspension à l'astrolabe.

الحجرة le limbe (divisé en 360 degrés).

حدود الساعات limites des heures.

حركة الاقبال والادبار mouvement de précession et de rétrocession.

حركة خاصة mouvement propre.

حروف les numérales de l'alphabet.

الحزمة la Gerbe de blé. Voyez الضفيرة.

حزمة الحصال (selon Scaliger) la Gerbe de blé, α de la Vierge.

حساب calcul.

حساب الجمل notation des nombres par les lettres de l'alphabet.

حساب الهند notation des nombres par les chiffres indiens.

الحصة *hhissah*, partie, portion (le *hic*).

الحصة العظمة le grand *hhissah* ou cadran sexagésimal.

حصة العرض argument de la latitude.

حضار le Lieu habité, 9ᵉ externe du Grand-Chien. — α du Centaure.

حضار والوزن le Lieu habité et le juste Poids, 9ᵉ et 10ᵉ externes du Grand-Chien. — α et β du Centaure.

الحضيض le périgée.

الحلزون l'hélice.

الحلقة l'anneau, nom d'un instrument.

الحلقة والعلاقة (c'est ainsi qu'on désigne) l'anneau de suspension (dans l'astrolabe).

الحلمتين (*n.* الحلمتان) p. الظليمين (*n.* الظليمان) les deux Mamelons, λ et ι de l'Aigle.

حلول الشمس l'entrée du Soleil (dans un des signes du zodiaque).

الحمارين (*n.* الحماران) les deux Anes, γ et δ de l'Écrevisse.

حاملة Qui porte (des cordes), const. de la Lyre.

الحمل le Bélier, 1ᵉʳ signe du zodiaque.

الحنمة pour العنـزة la Flèche, const.

الحوا le Serpentaire, const. et α du Serpentaire. Voyez راس الحوا.

الحوت les Poissons, 12ᵉ signe du Zodiaque.

الحوت الجنوبى le Poisson méridional, const.

الحوض l'Étang ou le Réservoir, τ, h, υ, φ, θ, e, f de la Grande-Ourse.

الحية et الحوية le Serpent, const. et α du Serpent. Voy. عنق.

خارج عن صورة Étoiles informes, qui se trouvent en dehors des constellations.

خارج عن مركز l'excentrique.

الخبا la Tente ou le Tabernacle, δ et ξ du Cocher, et les étoiles qui se trouvent entre la Tête de la Grande-Ourse et Cassiopée. — Les ét. du Corbeau. Voy. عرش.

الخرتان les deux Côtes? δ et n du Lion.

الخرط et الخراط le tour, instrument.

خزفة ouvrage fait de limon, α et η de la Lyre.

خرقة. Voyez خزفة.

الخضيب la (Main) teinte. Voyez الكف.

خط الاستوا ligne équinoxiale.

خط الترتيب ligne de direction (*linea fiduciæ*, dans l'astrolabe).

خط الشفق والفجر ligne crépusculine.

خط مستقيم ligne droite.

خط المشرق والمغرب ligne d'est et d'ouest.

خط نصف النهار ligne méridienne.

خط موازى ligne parallèle.

خطوط منحنية lignes courbes.

الخطى le Linéaire, nom d'un astrolabe.

الخليلين (n. الخليلان) les Deux Amis, λ et ι de l'Aigle. Voy. الخلنين.

خوارزمى *khouarzemi* ou *khowaresmi*; c'est le nom qu'on donne à la table des arcs des sinus.

خواص الدايرة les propriétés du cercle.

الخيط le Fil (à plomb).

الخيل le Cheval, la 2ᵉ des Informes de l'Hydre, avec quelques autres étoiles obscures du Lion et de l'Hydre.

داير من الفلك arc de révolution.

دايرة الاعتدال l'équateur.

دايرة خفية cercle occulte (lignes de construction qui ne subsistent pas sur la figure, quand elle est terminée).

دايرة صغرى petit cercle, celui dont le centre n'est pas le même que celui de la sphère.

دايرة عظيمة grand cercle de la sphère.

دايرة مارة باقطاب اربعة le colure des solstices.

دايرة معدل النهار l'équateur (cercle d'égalité du jour).

دايرة نصف النهار le méridien (cercle du milieu du jour).

دايرة وسط السما le méridien.

دايرة هندية le cercle indien, nom d'un instrument.

الدالى le Verseau, 11ᵉ signe du zodiaque.

الدب l'Ourse, ξ des Gémeaux. Voyez زر.

الدب الاصغر la Petite-Ourse, const.

الدب الاكبر la Grande-Ourse, const.

الدبران qui suit (les Pléiades), α du Taureau (Aldébaran), 4ᵉ mansion de la Lune.

الدجاجة la Poule, const. du Cygne.

دجاجة السما مع بناتها la Poule céleste avec ses petits : nom des Pléiades.

درج السوا degrés d'égalité (degrés de l'écliptique).

درج المطالع degrés du coascendant (degrés de l'équateur).

الدستور le *destour*, nom d'un instrument. Voyez ربع.

دقيقة minutes.

الدلفين le Dauphin, const.

الدلو l'Urne (le Verseau), 11ᵉ signe du zodiaque; — α d'Andromède. — α, β, γ de Pégase.

دواير الارتفاع cercles de hauteur ou verticaux.

الدواير الزمانية cercles de temps, parallèles considérés relativement à la longueur des jours dans les différentes zones parallèles à l'équateur de la sphère terrestre.

الدواير السمتية cercles d'azimut.

الدواير الفلكية les cercles de la sphère.

(الذ) ذات. Voyez ce mot.

ذات الكرسى la Femme assise sur un trône, const. et α de Cassiopée.

الذراع le Bras, α et β des Gémeaux, 7ᵉ mansion de la Lune.

ذراع الجوزا le Bras (α et β) des Gémeaux, 7ᵉ mansion de la Lune. — α d'Orion.

ذراع الاسد المبسوطة et الذراع المبسوطة la Patte de devant (du Lion) étendue, α et β des Gémeaux.

ذراع الاسد المقبوضة la Patte de devant du

Lion contractée (repliée), α du Grand-Chien et α du Petit-Chien.

الذراع اليمين le Bras droit, α de Céphée. Voyez الفرق.

ذراع قنطورس الايمن le Bras droit (m) du Centaure, et x (*in dextro Cubito*).

ذروة point de tangence.

ذنب الاسد la Queue (β) du Lion.

ذنب التنين la Queue du Dragon. Voyez جوزهرين.

ذنب الجدى la Queue (δ) du Capricorne.

ذنب الجنوبى l'Australe de la Queue (*littéral.* la Queue de l'Australe), β de la Baleine.

ذنب الدجاجة la Queue de la Poule, α du Cygne. Voyez الردف.

ذنب الدلفين la Queue (ε) du Dauphin.

ذنب العقاب la Queue (ζ) de l'Aigle.

ذنب قيطس شمالى la Boréale de la Queue (*litt.* la Queue boréale), (ι) de la Baleine.

ذوايب الجوزا Qui flottent sur le front d'Orion (o', o'', g, et π 1, 2, 3, 4, 5, 6).

ذو العنان Celui qui tient les rênes (const. du Cocher, Heniochus).

الذيبين (*n.* الذيبان) les Deux-Loups, ζ et η du Dragon.

الذيخ le Mâle de l'Hyène? ι du Dragon.

راس الاسد الجنوبى la méridionale de la Tête (*litt.* la Tête méridionale), (ε) du Lion.

راس الاسد الشمالى la septentrionale de la Tête (*litt.* la Tête septentrionale), (μ) du Lion.

راس الاسطوانة tête ou sommet du cylindre.

راس المخروط sommet du cône.

راس التنين la Tête (γ) du Dragon. Voyez جوزهرين et العوايذ.

راس التوام la Tête (α ou β) des Gémeaux.

راس التوم (التوام) المقدم la Tête du premier ou de l'antérieur (α) des Gémeaux.

راس التوم (التوام) الموخر la Tête du dernier (β) des Gémeaux.

راس الجاثى la Tête de l'Agenouillé, α d'Hercule (Razalagethi).

راس الجبار la Tête du Géant. Voyez هقعة.

راس الحوا la Tête (α) du Serpentaire (Razalageuze).

راس الغول la Tête de Méduse, β de Persée.

راس المثلث le sommet (α) du Triangle.

راس المراة المسلسلة la Tête de la Femme enchainée, α d'Andromède.

الراعى le Pasteur, α du Serpentaire. — γ de Céphée.

راعى الجوزا le Pasteur (β) d'Orion (Rigel).

راعى النعايم le Pasteur des Autruches, λ du Sagittaire.

الرافض (les Chameaux) qui vont seuls au pâturage, μ du Dragon. Voyez الراقص.

الراقص le Danseur, μ du Dragon. — Nom donné à la constellation d'Hercule.

الرامح le Lancier, α de Bootès (Arcturus). Voy. السماك.

الرامى le Sagittaire, 9e signe du zodiaque.

راية السماك le Signe ou Étendard d'Arcturus, ε de Bootès.

راية الفكة le Signe ou Étendard de la Couronne, ε de Bootès. Voyez تابع السماك.

الربع le Petit-Chameau né au printemps, étoile du Dragon, au milieu des Joueurs de Luth. Voyez العوايذ.

ربع quart, cadran.

ربع الدايرة quart de cercle.

ربع الدستور le cadran du destour, *quadrans canonis.*

ربع الرزقالى le cadran d'Arzachel.

رجل le Pied. Voyez الرجل اليمنى.

رجل الجبار le Pied du Géant, β d'Orion.

رجل الجوزا اليسرى le Pied gauche (β) d'Orion (Rigel).

رجل الدب الاكبر le Pied (λ ou ξ) de la Grande-Ourse.

رجل قنطورس le Pied (α) du Centaure.

رجل المسلسلة le Pied de la Femme enchainée, γ d'Andromède.

الرجل اليسرى le Pied gauche, β d'Orion.

الرجل اليمنى le Pied droit, κ d'Orion.
الرخامة le marbre (plan du cadran).
الردف la Suivante, α du Cygne.
الرشا la Corde ou le Fil, β d'Andromède (o des Poissons ?).
رصد observation astronomique.
الركبة le Chariot ? nom donné à la Petite-Ourse et à l'étoile polaire.
ركبة le Genou, α du Sagittaire.
رقيب الثريا le Gardien des Pléiades, α du Cocher. Voyez عيوق.
ركبة الدب le Genou (δ) de l'Ourse.
ركبة الدجاجة le Genou de la Poule, ω du Cygne.
ركبة الرامي le Genou (α) du Sagittaire.
ركبة ذات الكرسي le Genou de la Femme assise, δ de Cassiopée.
الرمانة petite tête, grenade fixée sur un instrument à percer.
الرمح la Lance, η de Bootès.
الروضة le Verger, partie du ciel comprise entre les deux Naṣak. Voyez نسق.
الريال les Petites Autruches, étoiles du Fleuve, entre α du Poisson austral et α de l'Éridan.

زاول *zaoual*, le midi vrai.
زاوية بسيطة مستقيمة الخطين angle plan rectiligne.
زاوية قايمة angle droit; — équerre.
زاوية حادة angle aigu.
زاوية منفرجة angle obtus.
زاوية مساوية لنصف angle sous-double.
زاوية العوا l'Angle du Hurleur, γ de la Vierge.
الزبانا les Deux-Serres, α et β de la Balance; 16ᵉ mansion de la Lune.
زبانة جنوبي (جنوبية) la Serre méridionale (du Scorpion), α de la Balance.
زبانة شمالي (شمالية) la Serre septentrionale, β de la Balance.
الزبن (الزبان) la Serre (boréale ou australe), ι ou α de l'Écrevisse.
الزبرة — من الزبرة la Crinière, δ et θ (η ?) du Lion; 11ᵉ mansion de la Lune.
الزبال les Miettes ? Voyez الريال.
زحل Saturne, planète.
زج النشابة la Pointe de la Flèche ? γ du Sagittaire.
الزر le Bouton, ξ des Gémeaux.
الزرقالة *alzarcalah*, nom d'un instrument construit par Arzachel. Voyez ربع et صفيحة.
زمان temps, époque.
زهرة Vénus, planète.
زورق la Barque. Voyez الريال.
الزورقي le Scaphée, nom d'un astrolabe.
زيادة accroissement, appendice.
زيج table astronomique.

الساعات الزمانية heures de temps (12ᵉ partie du jour ou de la nuit).
الساعات المستوية heures égales (24ᵉ partie du temps compris entre un lever du soleil et le lever suivant).
الساعد l'Avant-Bras, η et γ de Persée.
ساق الجرادة la Patte de la Sauterelle, espèce de cadran.
ساق الاسد la Patte du Lion, α de la Vierge et α de Bootès ?
ساق العوا la Jambe du Hurleur, η de Bootès. Voyez الرمح.
ساكب الما le Verseau, 11ᵉ signe du zodiaque.
سالينوس *salianous*, figure géométrique.
السبع la Bête, const. du Loup.
سبق antécession, nombre de jours dont le commencement des mois cophtes précède celui des mois grecs.
سبق القمر le *subec* de la lune, différence de son mouvement annuel avec celui du soleil.
السنا le Fil. Voyez السها.

ستين le sinus total divisé en 60 parties.

السحابي (qui ressemble à une nuée,) η, μ, ν des Gémeaux. Voyez الحاق.

سرة الفرس l'Ombilic du Cheval, δ de Pégase et α d'Andromède.

السرطان l'Écrevisse, 4ᵉ signe du zodiaque.

السرطاني qui a la forme d'une écrevisse, nom d'un astrolabe.

سرير بنات نعش le Trône (ou Chariot) des Filles du Cercueil, α, β, γ, δ de la Grande-Ourse; — le Trône ou Char des Filles du Cercueil. Voyez الحوض.

سطح باطن et سطح مقعر surface concave; — سطح مخروط surface conique; — سطح معقب surface courbe.

سطح ظاهر surface convexe.

سطح من سطوح دواير الارتفاع plans verticaux.

سطح مايل plan incliné.

سطر ligne tracée.

سعة المشرق amplitude ortive.

سعد الاخبية la Fortune des Tentes, γ, ζ, π et η du Verseau, 25ᵉ mansion de la lune.

سعد بارع la Fortune excellente (ou, selon Hyde, de l'homme supérieur ?), λ et μ de Pégase. Voyez سعد النازع.

سعد بلع la Fortune qui engloutit (ou, selon Hyde, de celui qui dévore), μ, ν, ε du Verseau, 23ᵉ mansion de la lune.

سعد البهام la Fortune du Troupeau, θ et ν de Pégase.

سعد البهائم la Fortune des Agneaux, θ et ν de Pégase.

سعد الذابح la Fortune du Combattant (du Sacrificateur ?), α et β du Capricorne, 22ᵉ mansion de la lune.

سعد السعود la Fortune des Fortunes, β et ξ du Verseau, 24ᵉ mansion de la lune.

سعد المطر la Fortune de la Pluie, η et ο de Pégase.

سعد الملك la Fortune du Roi ou de l'Abondance, α et ο du Verseau.

سعد النازع la Fortune de la Chamelle allant au pâturage, λ et μ de Pégase.

سعد النهر la Fortune du Fleuve, θ et ν de Pégase.

سعد ناشرة la Fortune qui détourne un malheur ou de celui qui conjure un malheur ? γ et δ du Capricorne.

سعد الهمام la Fortune du Héros, ζ et ξ de Pégase.

السفينة le Navire, const.

السلاح l'Epée, τ et υ de Bootès.

سلبار Selibar, δ du Navire ou α de l'Éridan.

سلحفاة la Tortue, const. de la Lyre.

السلحفي qui a la forme d'une Tortue, nom d'un astrolabe.

سلوار, Voyez سلبار.

السلياق et السلباق la Lyre, const.

السلينون *salinoune*, figure géométrique.

السما le Ciel.

السماك le Soutien, α de la Vierge, 14ᵉ mansion de la lune.

السماكان les deux Soutiens, α de Bootes et α de la Vierge.

السماك الاعزل le Soutien délaissé (le Lancier désarmé), α de la Vierge.

السماك الرامح le Soutien armé d'une lance, α de Bootès (Arcturus).

السموت — السمت les azimuts, cercles verticaux.

سمت الراس le zénith (le côté de la tête).

سمت الرجل le nadir (le côté des pieds).

السمكتين (n. السمكتان) les deux Poissons, 12ᵉ signe du zodiaque.

السمكة المتقدمة le Poisson antérieur, et β des Poissons.

سنام الناقة la Bosse de la Chamelle, β de Cassiopée.

السنبلة l'Épi (nom donné au signe de la Vierge), et. α de la Vierge (spica).

السها ou السعى qui trompe la vue? petite ét. de la Grande-Ourse, voisine de العناق.

السهم la Flèche, const.

سهم flèche ou sinus verse.

سهم الاسطوانة flèche ou axe du cylindre.

سهم المخروط flèche du cône (l'axe du cône).

سهم مطلق sinus verse absolu.

سهيل (Soheil), la petite Plaine, α du Navire (Canope).

سهيل بلقين pour سهيل بلعين la Plaine des Deux-Dévorants, 17e, 31e et 35e ét. du Navire.

سهيل الشام la Plaine boréale ou de Syrie, et سهيل الفرد la Plaine de la solitaire, α de l'Hydre.

سهيل المحلف la Plaine de l'Incertain. — سهيل الوزن la Plaine d'*Alwezn* (voyez ce mot). — سهيل حضار la Plaine habitée, et سهيل رقاص pour سهيل الرفاس la Plaine que le Chameau frappe du pied, 17e, 31e et 35e ét. du Navire.

سهيل اليمن la Plaine de l'Yémen ou du Sud, α du Navire (Canope).

السيارة les Planètes.

سيف الجبار l'Épée du Géant, C. θ, ι (η,) d'Orion.

الشاه les Brebis. Voyez الاغنام. — الشاة, σ du Capricorne.

شاقول fil à plomb.

الشاملة le *schamilah*, nom d'un instrument.

شاهين تارازد l'Aigle ravisseur, β et γ de l'Aigle.

الشبكة le Réseau, l'Enveloppe, le Filet.

شبيه بالمعين rhomboïde

شتر le Chameau, β de Cassiopée et les étoiles voisines sur la Voie Lactée.

الشجاع l'Hydre, const.

شخص corps ou module.

الشراسيف le Cartilage qui recouvre les Côtes, $\varkappa$, υ', υ'', μ, φ, ν, χ, ξ, o, β de l'Hydre.

الشرطين (*n.* الشرطان) les Deux Marques, β et γ du Bélier, 1re mansion de la lune.

الشرق l'est.

شعاع الارتفاع le rayon de la hauteur (ligne menée du centre du monde à l'opposite, et sur la direction du diamètre de la hauteur).

شظيتان, شظبتان appendices ou pinnules de l'Alidade.

الشعرى الشامية Sirius le Syrien, α du Petit-Chien (Procyon).

الشعرى العبور Sirius qui passe (sur la Voie Lactée), α du Grand-Chien (Sirius).

الشعرى الغميصا Sirius pleurant, α du Petit-Chien (Procyon).

الشعرى (اليمانية) اليمنية Sirius d'Yémen, α du Grand-Chien (Sirius).

الشعريان les deux Sirius, α du Grand et α du Petit-Chien (Sirius et Procyon).

الشفق le crépuscule.

الشقايق (qui a la forme d'une Anémone,) nom d'un astrolabe.

الشكاسية le Schekasiah, nom d'un astrolabe.

شكل figure, ce qui est compris sous une ou plusieurs limites.

الشلياق la Lyre, const.

الشماريخ les Branches (de Palmier)? les étoiles réunies du Centaure et du Loup.

الشمال le nord. — شمالى الزبرة la Septentrionale d'Alzubra, δ du Lion.

الشمس le soleil.

الشولة la Queue, λ et υ du Scorpion, 19e mansion de la Lune.

شولة العقرب la Queue du Scorpion, et شولة الصورة la Queue de la Figure (du Scorpion), λ et υ du Scorpion.

شئ chose inconnue à déterminer (1re puissance).

الصباح le Beau, const. de Bootès.

صدر الدجاجة la Poitrine de la Poule, γ du Cygne.

صدر ذات الكرسي la Poitrine de la Femme assise, α de Cassiopée.

صدر قيطس la Poitrine de la Baleine, ét. située entre η, σ et τ de l'Eridan.

الصدفي (qui a la forme d'une Conque,) nom d'un astrolabe.

الصردين (n. الصردان) les *saradain*, espèce d'oiseau, α et β du Sagittaire.

صرف conversion.

الصرفة les Vicissitudes du sort (les Replis ?), β du Lion, 12e mansion de la lune.

صفيحة *shafiah* (safihah) ou *saphea*, planche.

صفيحة التسيير *shafiah tesjir*, sur lequel on trace les grands cercles qui passent par les pôles du premier vertical, et par chacun des degrés de l'équateur.

الصفيحة الافاقية le *shafiah* des horizons.

الصليب la Croix, η, α, δ, γ du Dauphin. Voyez العقود.

الصليب الواقع la Croix tombante. Voyez العوايد. — On comprend aussi sous ce nom quelques étoiles de la constellation d'Hercule.

الصلة section du cône.

الصناج le Joueur d'instruments, const. de Bootès.

الصنج la Lyre, const.

صور شمالى (شمالية) constellations septentrionales.

صيدق qui sert à vérifier (la portée de la vue). Voyez السها.

الضباع la Hyène, β, γ, δ, μ de Bootès. — On y comprend aussi quelques petites étoiles de la const. d'Hercule.

ضرب produit.

الضفدع الاول la première Grenouille, α du Poisson austral, commune au Verseau.

الضفدع الثانى la seconde Grenouille, β de la Baleine.

الضفدعان les deux Grenouilles, α du Poisson Austral et β de la Baleine.

الضفيرة la Chevelure, c, h, g ou a, b, c, d, e, f, g de la Grande-Ourse (Chevelure de Bérénice).

ضلع الاسطوانة le côté du cylindre.

ضلع المخروط le côté du cône (apothème).

الضلع القائم le paramètre.

الضلع المكعب le côté cube.

الضيقة le Détroit ou le Sentier, κ et υ du Taureau.

طالع ascendant.

الطاير Qui vole, const. du Cygne.

الطاير (l'Aigle) volant, α de l'Aigle. Voyez النسر.

طبلى *tabli*, qui a la forme d'un tambour ou d'une Planche (*tabula*), nom d'un astrolabe.

الطرف l'Extrémité ou le Clin d'œil, β de l'Écrevisse. — κ (ξ) de l'Écrevisse et λ du Lion, 9e mansion de la lune.

طريق اللبانة (اللبنة) la Voie Lactée.

طريق التابن (التبن) la Voie de Chaume (la Voie Lactée).

طول longitude. — الاطوال les longitudes.

الطومار *althoumar*, section du cône.

الظبا le Daim, ρ, σ, A, π, d et o de la Grande-Ourse.

الظبا واولادها le Daim et ses Petits, externes obscures de la Grande-Ourse.

ظفرة الغزلان les Ongles (la corne) des Gazelles. Voyez قفزة.

ظل ombre.

الظل المبسوط l'ombre horizontale.

ظل مستعمل ombre employée, partie de la commune section du plan du gnomon et du vertical du soleil, comprise entre l'extrémité de la distance et celle de l'ombre portée. Voyez بعد.

الظل المنكوس l'ombre verticale.
ظل واقع فى سطح ombre portée sur un plan.
الظليم l'Autruche, α du Poisson austral (Fomalhaut). — α de l'Éridan.
الظليمين (الظليمان) les Deux-Autruches, μ et λ du Sagittaire.
الظليمين الصغيرين (n. الظليمان الصغيران) les Deux-Petites-Autruches mâles, λ et ι externes de l'Aigle (Antinoüs).
الظاهر la partie visible.
الظهر le *dhore*, l'instant le plus chaud de la journée (une heure et demie après midi).
ظهر الاسد le Dos (δ) du Lion.
ظهر الدب الاكبر le Dos (α) de la Grande-Ourse.
ظهر الاسطرلاب le Dos de l'Astrolabe.

العاتق la Vertèbre cervicale, et عاتق الثريا la Vertèbre des Pléiades, ο de Persée.
العاشر le dixième (pivot du ciel) se rapporte à une division duodécimale fictive de l'écliptique. Voyez بيوت.
العالم le monde, l'univers.
العبور Qui passe ou le Messager (Sirius), α du Grand-Chien. Voyez الشعرى.
عتمة *atama*, temps qui commence à la nuit close, une heure et demie après le coucher du soleil.
عجز الاسد les Fesses du Lion, les sept étoiles α, ε, ζ, γ, δ, η, β du Corbeau, et θ, k, ψ et g de la Vierge.
عدد nombre absolu.
عدسى lenticulaire.
العذارى les Jeunes-Filles, et عذرة الجوزا les Jeunes-Filles d'Orion, ο', δ, ε, η du Grand-Chien.
العذرا la Vierge, 6ᵉ signe du zodiaque.
عرش الجوزا le Trône d'Orion, α, β, γ, δ du Lièvre.
عرش السماك الاعزل le Trône du Lancier désarmé, θ, k, ψ et g de la Vierge, et les sept étoiles du Corbeau α, ε, ζ, γ, δ, η, β. Voyez عجز.
العرض la latitude. العروض les latitudes.
عرقوب الرامى le Jarret (β) du Sagittaire.
العرقوة العليا la Traverse supérieure, α et β de Pégase.
العرقوة السفلى la Traverse inférieure, α d'Andromède et γ de Pégase.
العروة l'anse (de l'astrolabe).
العشا *al-ascha*, temps écoulé depuis le coucher du soleil jusqu'à la fin du crépuscule.
العصر l'ashre (l'asr), trois heures après midi.
عصى الطوسى la Baguette de Thousi, nom d'un astrolabe.
العضادة l'*alidade*, la Traverse.
العضد l'Humerus, ν et ε de Persée.
عطارد Mercure, planète.
العقاب l'Aigle, const.
عقد الخيطين le Nœud des Deux-Fils, α des Poissons.
العقدتين (n. العقدتان) les Deux-Nœuds. Voyez جوزهر.
العلاقة. Voyez الحلقة.
علم المواقيت? la Science des Temps.
العقرب le Scorpion, 8ᵉ signe du zodiaque.
العقود les Alliées, β, α, δ, γ du Dauphin. Voyez الصليب.
عمود perpendiculaire.
عمود الارتفاع la verticale de la hauteur (ligne droite perpendiculaire au plan de l'horizon et passant par le centre de l'horizon).
عمود الصليب la Colonne ou le Manche de la Croix, ε du Dauphin.
العناة les Captives? petites étoiles au-dessous de β et de ξ du Verseau.
العناز les Chèvres, α, ε, η et ζ du Cocher. Voyez العيوق, العنز, جديان et ممسك.
العنان la Rêne, α du Cocher. Voyez العيوق. et ماسك الاعنة.
العناق les Chèvres, ζ de la Grande-Ourse.
عناق الارض le Taisson, γ d'Andromède.

العنز la Chèvre Sauvage, ε, et quelquefois α du Cocher. Voyez العيوق.
العنزه la Flèche, const.
عنق الحية le Col (α) du Serpent.
عنق الشجاع le Col (α) de l'Hydre.
العنكبوت l'*alancabuth*, l'Araignée.
العوا le Hurleur, const. de Bootès. V النقار.
العوا le Hurleur, β, η, γ, δ, ε de la Vierge, 13ᵉ mansion de la lune; — من العوا, β, η, γ, ou π, β, ou ε de la Vierge.
العوايد les Joueurs de Luth (ou les Vieilles Chamelles), β, γ, ν et ξ du Dragon.
العوهقان les Deux-Corbeaux, ζ et η du Dragon. Voyez الذيبين.
عينا الاسد les Deux-Yeux du Lion, κ de l'Écrevisse et λ du Lion.
عين الثور l'OEil (α) du Taureau (Aldébaran).
عين الرامي l'OEil (ν) du Sagittaire.
عين المغرب والمشرق Vrai point d'ouest et d'est.
العيوق *al-aiouk*, du mot grec αἴξ; la Chèvre, α du Cocher (*Capella*).

الغارب le descendant.
غاية الارتفاع hauteur méridienne.
غاية الميل le maximum de l'obliquité.
الغراب le Corbeau, const.
غرب ouest.
الغفر les Crins ou la Houppe? ι, κ, λ (φ?) de la Vierge, 15ᵉ mansion de la lune.
الغميصا (الغموص) l'Ophthalmique, α du Petit-Chien (Procyon). Voyez شعرى.
الغول la Larve (Méduse), β de Persée (Alghol). Voyez راس الغول.

الفاس la fente (de la meule), où passe l'axe de rotation.
الفتيق. Voyez الفنيق.
الفجر l'aurore.
فخذ الدب الاكبر la Cuisse (γ) de la Grande-Ourse.

فخذ العوا الايمن la Cuisse droite du Hurleur, ε de Bootès.
الفرد la Solitaire, 8ᵉ externe de la Grande-Ourse.
الفرد la Solitaire, α de l'Hydre (Alferd).
فرد الشجاع la Solitaire (α) de l'Hydre.
الفردود pour الفردوس le Jardin, étoiles voisines des Pléiades, peut-être ψ, φ, χ du Taureau.
الفرس le Cheval, α de Pégase. Voy. متن.
الفرس l'*Alpheratz*, l'Écrou ou le Chevalet.
فرس اخر l'Autre Cheval. V. الفرس التام.
الفرس الاعظم le Grand-Cheval, const. de Pégase.
الفرس الاول le premier Cheval, const. du Petit-Cheval.
الفرس التام le Cheval complet, constellation arabe.
الفرس الثاني le second Cheval, const. de Pégase.
فرس مقروض le Cheval découpé, const. du Petit-Cheval.
فرع العصر le temps de l'asbre ou de la sieste.
فرسخ farsange ou parasange.
الفرش la Plaine. Voyez سهيل (Canope).
فرض crénelure, entaille.
الفرغ الاول le premier Gouleau, α et β de Pégase.
الفرغ المقدم le Gouleau antérieur, α et β de Pégase, 26ᵉ mansion de la Lune.
الفرغ الثاني le second Gouleau, α d'Andromède et γ de Pégase.
الفرغ الموخر le Gouleau postérieur, α d'Andromède et γ de Pégase, 27ᵉ mansion de la Lune.
الفرق le Troupeau, α de Céphée. Voy. ذراع.
الفرقد et الفرقدين (n. الفرقدان) les Deux-Veaux, β et γ de la Petite-Ourse.
الفرود les Solitaires, ζ du Grand-Chien, λ et sept autres des Externes. — Quelquefois même signification que الفردوس.

فزارى . Voyez ميزان .
الفصل المشترك la commune section.
فضل الدايـر augment de l'arc de révolution ; distance du Soleil au méridien.
الفـضـل l'argument.
فقار الجوزا la Vertèbre (δ, ε, ζ) d'Orion.
فقار الشجاع la Vertèbre (α) de l'Hydre.
الفقرة la Vertèbre. Voyez القفـزة.
الفقرات les Vertèbres, ε, μ, ζ', ζ'', η, θ, ι, κ du Scorpion.
الفكة la Coupe, l'Ouverture? const. et α de la Couronne septentrionale. Voyez الاكليل.
فلاء الخيل les Petits du Cheval, étoiles de l'Hydre voisines de الخيل. Voy. ce mot.
الفلس l'*alphelath*, petit cercle ou rond placé au centre de l'astrolabe.
الفلك الاعظم la sphère supérieure (9ᵉ sphère).
فلك البروج la sphère des signes, l'écliptique.
فلك البروج الذاتيـة sphère des signes réels (8ᵉ sphère).
فلك البروج الطبعيـة sphère des signes naturels (9ᵉ sphère).
فلك الزحل sphère de Saturne (7ᵉ sphère).
فلك الزهرة sphère de Vénus (3ᵉ sphère).
فلك الشمس sphère du Soleil (4ᵉ sphère).
فلك العطارد sphère de Mercure (2ᵉ sphère).
الفلك الغير مكوكب la sphère non étoilée (9ᵉ sphère).
فلك القمر sphère de la Lune (1ʳᵉ sphère).
فلك المريخ sphère de Mars (5ᵉ sphère).
الفلك المستقيم la sphère droite.
فلك المشترى sphère de Jupiter (6ᵉ sphère).
الفلك المكوكب la sphère étoilée (8ᵉ sph.).
فم الاسد la Gueule du Lion, ε, γ et δ de l'Écrevisse.
فم الحوت الجنوبى la Bouche (α) du Poisson austral (Fomalhaut), commune au Verseau.
فم الفرس la Bouche du Cheval, ε de Pégase.

الفنيق le Grand-Chameau, α du Taureau (Aldébaran).
الفهد le Léopard, const. du Loup.
الفوارس les Cavaliers, δ, γ, ε et ζ du Cygne.

قاعدة الباطية la Base (α) de la Coupe.
قاعدة الاسطوانة base du cylindre.
قاعدة المخروط la base du cône.
قانيط le khanitz d'une étoile.
القايد le Gouverneur, η de la Grande-Ourse.
القبلة la *kiblah*, direction des oratoires musulmans vers le temple de la Mecque.
القبة la Tortue (la Coupole), const. de la Couronne méridionale.
قتب الاسد les Viscères (β) du Lion.
القدر la Puissance, η et θ de Céphée.
فزارى . Voyez ميزان.
قم الكاس . Voyez قم الكاس.
قرابين les Compagnons. Voyez الضفيرة.
القرحة la petite Tache? ξ de Céphée.
القرطيون *alkarathioun*, sert à l'inclinaison du cadran.
قرن الثور الشمالى la Corne septentrionale du Taureau, γ du Cocher.
القرود les Singes. Voyez الفرود.
قصعـة الصعاليك et قصعة المساكين la Tasse des Pauvres, const. de la Couronne septentrionale.
قطب شمالى le Pôle boréal, et α de la Petite-Ourse (l'étoile polaire).
القطب l'*alchitot* (*sic*), l'axe ou l'essieu.
قطاع secteur.
قطر diamètre.
قطر الارتفاع diamètre de la hauteur, ligne droite menée de l'extrémité supérieure de l'arc de hauteur au centre du monde.
قطر مجانب premier axe du parallèle hyperbolique ou elliptique.
قطر اطول القطع الناقص le grand axe de l'ellipse.
قطع مكافى parabole.
قطع زايد hyperbole.

قطع ناقص ellipse.
قطعة الدايرة segment du cercle.
قطعة الفرس la Section du Cheval, const. du Petit-Cheval.
قفزات الظبا les Sauts ou Bonds du Daim, ι, $\varkappa$, λ, μ, ν, ξ de la Grande-Ourse.
القفزة الاولى le premier Bond, ν et ξ de la Grande-Ourse. — القفزة الثاني le second Bond, λ et μ. — القفزة الثالثة le troisième Bond, ι et $\varkappa$.
القلادة le Collier, ξ, o, π, d, ρ, υ du Sagittaire. Voyez البلدة.
القلايص — القلاص les jeunes Chamelles (les Hyades). — ξ, o, π, d, ρ, υ du Sagittaire.
القلب le Cœur, α du Scorpion (Antarès), 18ᵉ mansion de la Lune.
قلب الاسد le Cœur (α) du Lion (Regulus).
قلب العقرب le Cœur (α) du Scorpion (Antarès).
القمر la Lune.
قناة cannelure.
قنطورس le Centaure, const.
القوس l'arc. Voyez القلادة. — le Sagittaire, 9ᵉ signe du zodiaque.
قوس الليل arc nocturne.
قوس النهار arc diurne.
قوس صغر arc plus petit que le quart de la circonférence.
قيطس la Baleine, const.
القيض les Coquilles d'œuf, étoiles de l'Éridan. Voyez البيض.
قيفاوس et قيقاوس Céphée, const.

الكاس la Coupe, const. Voyez الباطية.
كاسه درويشان la Tasse des Pauvres, et كاسه شكسته la Tasse brisée, const. de la Couronne septentrionale.
الكامل le Parfait, nom d'un astrolabe.
كاهل الاسد l'Entre-deux des Épaules (δ et η) du Lion.
الكبايس العربية années bissextiles arabiques.
كبد الاسد le Foie du Lion, externe de la Grande-Ourse, α des Chiens *venatici*.
الكبش الاليف le Bélier apprivoisé, le signe du Bélier.
الكرب le Cordeau, τ et υ de Pégase.
كرب الابل les Cordes du Chameau. Voyez الصفيرة.
كرسي soutien, support; la ligne placée au-dessus des nombres qu'on veut additionner.
كرسي الجوزا المتقدمة (المتقدم) le Trône antérieur d'Orion, λ, β, ψ de l'Éridan, et τ d'Orion.
كرسي الجوزا الموخرة (الموخر) le Trône postérieur d'Orion, α, β, γ, δ du Lièvre.
الكرة la sphère.
كعب cube, 3ᵉ puissance.
كعب كعب cube cube, 6ᵉ puissance.
كعب الفرس le Sabot du Cheval, $\varkappa$ ou π de Pégase.
كعب ذي العنان le Talon (γ) du Cocher; ι est sur le Talon gauche.
الكف الجذما la Main coupée, α de la Baleine.
الكف الخضيب la Main teinte, β de Cassiopée.
الكفة الجنوبية le Plateau austral, α de la Balance. Voyez زبانة.
الكفة الشمالية le Plateau boréal, β de la Balance.
كفة الاسطرلاب le limbe de l'astrolabe.
الكلب le Chien, β du Grand-Chien. Voyez مرزم.
الكلب الاصغر le Petit-Chien, const. (Procyon.)
الكلب الاكبر le Grand-Chien, const.
كلب الجبار le Chien du Géant, α du Grand-Chien (Sirius).
كلب الراعي le Chien du Pasteur, ρ de Céphée. — α d'Hercule. — β du Serpentaire.

الكلب المتقدم le Chien antérieur, const. du Petit-Chien.
الكلبين (n. الكلبان) les Deux-Chiens, κ et υ du Taureau.
الكوارة la Tiare, const. de la Chevelure de Bérénice. Voyez الضفيرة.
كواكب الفرق les Étoiles du Troupeau, β, α et η de Céphée.
الكواكب الثابتة les étoiles fixes.
الكواكب السيارة et المتحيرة les planètes.
كوكبة constellation.

اللبنة les Briques, nom du quart de cercle de Ptolémée.
لبنة وثقبة (une brique et un trou) les pinnules de l'alidade percées d'un petit trou.
اللقط le Glanage? η, c, θ et ι d'Orion.
اللورا la Lyre, const.
الليل la nuit.

المابض le Pli du Bras, σ de Persée. — θ de Cassiopée.
ماسك العنان Celui qui tient les rênes, constellation du Cocher.
ماسكة rétenteur.
مال produit ou carré, 2ᵉ puissance.
مال مال carré carré, 4ᵉ puissance.
مال كعب carré cube, 5ᵉ puissance.
مايل (cercle) oblique.
المبدا الذاتى le point initial (du zodiaque réel).
المتحيرة Qui change de place (les planètes).
متساوى الساقين قايم الزاوية isoscèle rectangle.
متفقة coïncidents.
المتكافية le Suffisant, nom d'un cadran.
متمم (cercle) complémentaire.
متن الفرس le Paleron du Cheval, α de Pégase.
متن قيطس le Dos de la Baleine. Voyez بطن.
متناظرتان (deux points) opposés l'un à l'autre.
متوسط médiateur.
مثلث ذو الزاوية القايمة triangle rectangle.
المثلث le Triangle, const.
مجتمع et مجموع somme, totalité.
المجدح nom d'Aldébaran. Voyez المجدح.
مجذاف السفينة la Rame (δ) du Navire.
مجرى indicateur mobile ou curseur.
مجسم un solide.
مجسم متوازى السطوح قايم الزوايا parallélipipède rectangle.
المجرة la Voie lactée.
المجمرة l'Autel, const.
مجموعة période de trente années de l'hégire.
المجنحة l'Ailé, espèce de cadran.
المحبين (n. المحبان) les deux Alliées, γ et δ du Capricorne. Voyez سعد ناشرة.
محاذاة Prosneuse (πρόσνευσις). V. اختلاف.
محلفين et محتلفين (n. محلفان et محتلفان) les deux étoiles sur lesquelles on n'est pas d'accord, et au sujet desquelles on jure, α et β (γ) du Centaure. — 9ᵉ et 10ᵉ externes du Grand-Chien. V. حضار والوزن.
محنثين (n. محنثان) les deux étoiles qui excitent à la dispute, α et β (γ) du Centaure.
المحدج l'Observateur attentif, α du Taureau (Aldébaran). Voyez المجدح.
المحفوظ le Conservé (dans un calcul).
المحن *l'almehan*, trou circulaire au centre de l'astrolabe.
محور الكرة l'axe de la sphère.
المحيط la circonférence.
مختلف الاضلاع scalène.
المخروط le cône, et المخروطات les coniques.
مخمس pentagone.
مداخل entrée ou jour initial (des années ou des mois arabes).
مدار parallèle, et المدارات les parallèles.
مدار مكافى parallèle parabolique. — زايد hyperbolique. — ناقص elliptique.
مدير appendice qui sert à faire tourner l'alancabuth dans l'astrolabe.
المراة المسلسلة la Femme enchainée, const. d'Andromède.

المراة التى لم تر بعلا la Femme à laquelle on ne voit pas de Mari, et المراة التى ليس لها بعل la Femme qui n'a point de Mari, const. d'Andromède.
مراق الدب الاكبر l'Épigastre (β) de la Grande-Ourse.
مربع carré.
مربع الظلين le carré des deux ombres.
المرزم le Lion, γ d'Orion.
مرزم الشعرى le Lion de Sirius, β du Grand-Chien, ou β du Petit-Chien.
مرزمان les deux Lions, β du Grand-Chien, et β du Petit-Chien.
مرفق le Coude, $\varkappa$ d'Hercule. Voyez نسق.
المرفق le Coude, et مرفق الثريا le Coude des Pléiades, α de Persée?
المركب le Char ou Vaisseau, const. du Navire.
مركز centre.
مرّيخ Mars, planète.
مرى *mari*, indicateur, dentelure.
المساترة le *mesatirah*, nom d'un astrolabe.
المساحات l'étendue.
المسطرة la règle, l'échelle.
مسقط الحجر lieu où tombe le plomb; c'est le point qui se trouve dans la direction du fil à plomb.
مسمار clavette.
مشترى Jupiter, planète.
مشرق orient.
المطالع le coascendant.
المطلع le lever.
مطمر règle à coulisse.
معادلات مفردات ومقترنات équations simples et composées.
معادلات ثلاثية équations ternaires (trinomes).
معادلات رباعية équations quaternaires (quadrinomes).
معدل النهار l'équateur.
معز le Chevreau, ε du Cocher. Voy. العنز.
المعزل. Voyez المغازلة.
معصم le Poignet? o d'Hercule.
معصم الثريا le Poignet des Pléiades, χ de Persée.
المعلف la Crèche, ε de l'Écrevisse. — α, γ, δ, ζ, ε, η, θ de la Coupe.
معين rhombe.
مغرب occident.
مغرز الدب الاكبر le Croupion (δ) de la Grande-Ourse.
المغزلة et المغرنة. Voyez المغازلة.
المغازلة Qui charme l'oreille (la Lyre).
مفرد الرامح l'Isolée du Lancier? η de Bootès. Voyez الرامح.
مقاطع مخروطية sections coniques.
مقترنان planètes en conjonction.
مقدار durée.
مقدم القطاف Qui précède la vendange, ε de la Vierge.
مقدمة propositions.
المقنطرات les almicantharats, cercles de progression.
مقياس mesureur, gnomon. Voyez شخص.
المكث la demeure dans l'ombre, l'immersion.
مكعب cubique.
المكنسة le Balai, espèce de cadran.
الملتهب Céphée, const.
ملكى la Royale, α du Lion (Régulus).
مماثل cercles semblables (*consimiles*).
مماس الدايرة tangente au cercle.
ممثل le cercle qui porte l'apogée et le périgée (l'équant).
ممر passage d'une étoile. Voyez جزء.
ممسك rétenteur.
ممسك الاعنة Celui qui tient les rênes, const. du Cocher. Voyez ماسك العنان.
ممسك العناز le Gardien des Chèvres, const. du Cocher.
منحرف trapèze.
المنحرفات les déclinants.
منتصف le point du milieu.
منخر الشجاع les Narines (σ) de l'Hydre.

منخران (منخرى الاسد) les Deux-Narines du Lion, γ et δ de l'Écrevisse.
منخر الاسد le Naseau ($\varkappa$) du Lion.
منشور prisme.
منطقة الكرة ceinture de la sphère; ce cercle répond à l'équateur. — Zone.
منطقة فلك البروج et منطقة البروج le zodiaque et l'écliptique.
منطقة الجوزا la Ceinture ou le Baudrier (δ, ϵ, ζ) d'Orion.
منطقة العوا la Ceinture du Hurleur, ϵ de Bootès.
منقار الدجاجة le Bec de la Poule, β du Cygne.
منقار الغراب le Bec (α) du Corbeau.
المنكب l'Épaule, ξ de Persée.
منكب الثريا l'Épaule des Pléiades, ξ de Persée.
منكب الجوزا l'Épaule (α) d'Orion.
منكب ذى العنان l'Épaule (β) du Cocher.
منكب الرامى الايسر l'Épaule gauche (σ) du Sagittaire.
منكب الرامى الايمن l'Épaule droite (χ) du Sagittaire.
منكب الفرس l'Épaule du Cheval, β de Pégase.
منير السفينة la Brillante (α) du Navire (Canope).
منير من الفكة la Brillante d'Alfekka, α de la Couronne septentrionale.
موضع الشمس le lieu du Soleil.
المخ le Clou, l'appendice.
الميزان la Balance ou le Fléau, 7e signe du zodiaque. — β, α, γ de l'Aigle.
الميزان الفزارى ou القرارى la Balance *fezari* ou *kharari*, instrument astronomique.
الميسا et الميسان le Loup (*superbe incedens*), γ des Gémeaux. — λ d'Orion.
ميل obliquité, déclinaison, inclinaison.
الميل الاعظم l'obliquité majeure, arc du cadran mesuré sur le colure des solstices, obliquité de l'écliptique.
الميل الاوّل والثانى obliquité première et seconde; distance des points de l'écliptique à l'équateur, mesurée 1° sur un cercle de déclinaison, 2° sur un cercle de latitude.

الناجذ le Vaillant? γ et peut-être α d'Orion. Voyez مرزم. — β d'Orion.
الناطح. Voyez النطح.
ناهزان (*n.* ناهزى الدلو المتقدمين) les deux Saillies antérieures de l'Urne, α et β de Pégase.
ناهزان (*n* ناهزى الدلو المؤخرين) les deux Saillies postérieures de l'Urne, α d'Andromède et γ de Pégase.
النثرة le Thorax (*Præsepe*), ϵ de l'Écrevisse, 8e mansion de la Lune. — Avec γ et δ? Voyez حمارين.
النجم l'astre par excellence, les Pléiades.
النحاق la Chamelle à la Grande Bosse, (ou, selon la leçon de M. Reinaud الهقاق) η, μ, ν des Gémeaux. Voyez تحاى.
نسبة rapport.
النسر الطاير l'Aigle volant. Voy. العقاب. — α de l'Aigle (Althair). — β, α, γ de l'Aigle.
النسر الواقع l'Aigle tombant, α de la Lyre (Wéga).
النسق la Série, ι ou χ d'Hercule. — Les étoiles d'Orion.
النسق الشامى la Série de Damas ou de Syrie, β et γ de la Lyre; $\varkappa$, γ, β, δ, λ, μ, ν, ξ, o d'Hercule; β et γ du Serpent.
النسق اليمانى la Série d'Yémen, δ, λ, α, ϵ du Serpent, et δ, ϵ, η, ζ, ρ du Serpentaire.
نصب القبلة la position de la kiblah.
نصف التعديل la différence ascensionnelle.
نصف الكرة demi-sphère.

نصف القطر demi-diamètre ou rayon.

نطاق الجوزا la Série (δ, ε, ζ) d'Orion.

النطح le Coup de corne, et الناطح Celui qui donne un coup de corne, α du Bélier.

النظام et النظم la Série? δ, ε, ζ d'Orion. — 1, 2, 3, 4, φ de la Baleine.

نظير (ناظر) nadir.

النعام l'Autruche, τ et υ de Pégase. Voyez النعائم.

النعام الصادر l'Autruche revenant de l'eau, σ, φ, τ et ζ du Sagittaire.

النعام الوارد l'Autruche allant à l'eau, γ, δ, ε et η du Sagittaire.

النعامات les Autruches, τ, υ, ζ, θ, η de la Baleine.

النعائم les Autruches (ou les Traverses), τ et υ de Pégase. Voyez الكرب.

النعائم les Autruches, γ, δ, ε, η (β?), σ, φ, τ, ζ du Sagittaire, 20ᵉ mansion de la Lune.

النعائم الصادرة les Autruches revenant de l'eau, σ, φ, τ, ζ du Sagittaire. — من النعائم الصادرة, σ et φ.

النعائم الواردة les Autruches allant à l'eau, γ, δ, ε, η du Sagittaire. — من النعائم الواردة, γ et δ.

نعش le Cercueil ou Char funèbre, γ, β, η, ζ de la Petite-Ourse. — α, β, γ, δ de la Grande-Ourse.

نعش لعازر le Cercueil de Lazare. V. بنات.

النعيش le Petit-Cercueil; (qui attire la vue?) Voyez السها.

النقار le Fossoyeur, const. de Bootès.

النقرة le Cotyle (cavité de l'os du talon). Voyez الفقرة.

نقرة. Voyez قفزات.

نقطة الاعتدال الخريفي équinoxe d'automne (point d'égalité d'automne).

نقطة الاعتدال الربيعي équinoxe du printemps (point d'égalité du printemps).

نقطة المنقلب الشتوي solstice d'hiver (point de reversion d'hiver).

نقطة المنقلب الصيفي solstice d'été (point de reversion d'été).

نهار jour, le temps qui s'écoule entre le lever et le coucher du Soleil.

النهال les Chameaux allant à l'abreuvoir, α, β, γ, δ du Lièvre.

النهر le Fleuve, const. de l'Éridan, et α de l'Éridan (Acarnar). Voyez آخر النهر.

النياط les Boyaux, σ et τ du Scorpion.

نير بدن قنطورس la Brillante du Ventre (δ ou ζ?) du Centaure. Voyez بطن.

نير البطين la Brillante d'*Albothaïn*, δ du Bélier.

نير الزورق la Brillante de la Barque. Voy. زورق.

نير الثريا la Brillante des Pléiades, η du Taureau.

نير السيف la Brillante de l'Épée, ι d'Orion.

نير الفكة et النير من الفكة la Brillante d'Alfekka, α de la Couronne septentrionale.

الهامش le bord du limbe de l'astrolabe.

الهجرة la fuite (l'hégire), ère des Arabes.

الهدفتان les pinnules. Voyez شطبتان.

هفتورنك كهين - هفتورنك مهين le grand et le petit septentrion. Voyez بنات نعش.

الهقعة et هقعة الجوزا le petit cercle (λ ou bien λ, φ′ φ″) d'Orion, 5ᵉ mansion de la Lune.

الهلال la nouvelle lune.

هلالي Lunulaire.

الهلبة la Prairie. Voyez الضفيرة.

الهنعة la Marque brûlée sur le Col du Chameau, l'étoile qui en suit une autre, γ et ν ou γ et ξ des Gémeaux, 6ᵉ mansion de la Lune (ἑλένη?).

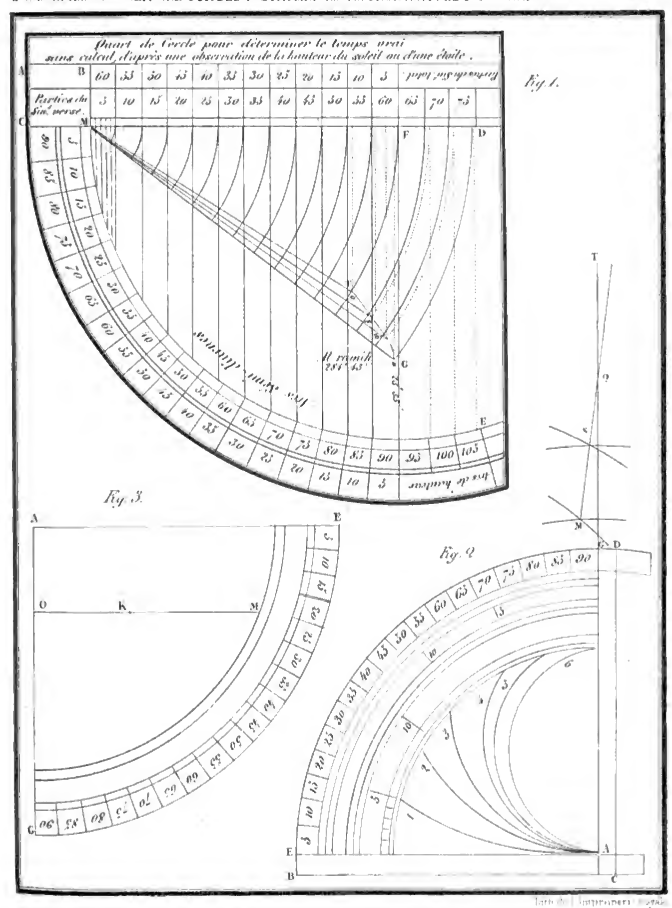
الهندسة la géométrie.

هية (هيئة) figure, forme?

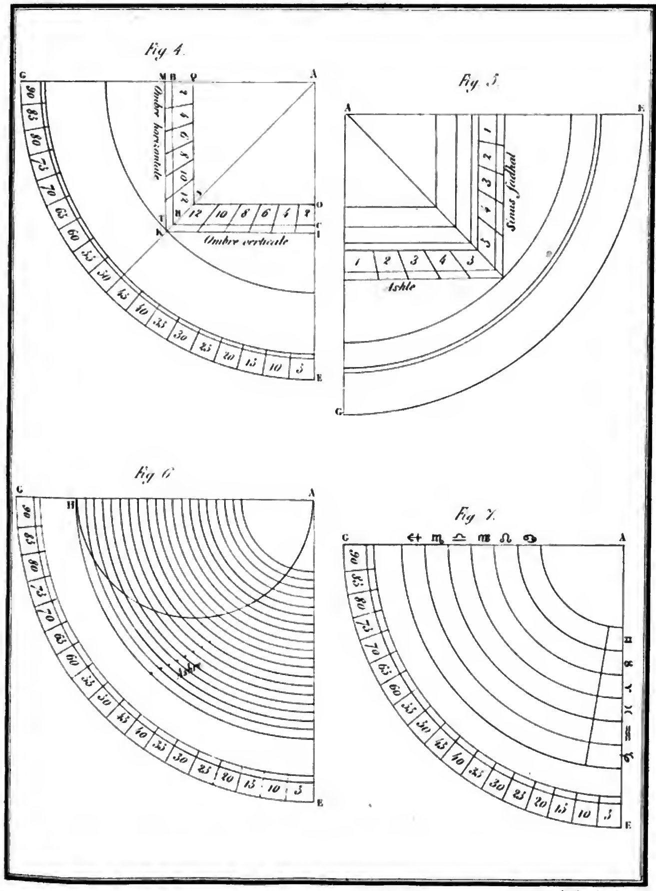
الواقع (l'Aigle) tombant, α de la Lyre (Wéga). Voyez النسر.

وتد الارض le pivot de la terre.
وتر القوس corde d'un arc.
وتر القايمة corde ou sous-tendante de l'angle droit.
وجه الاسطرلاب la face de l'astrolabe.
الوجهه الجدولى la face *djedouli* (à tables).
ورك الاسد la Cuisse du Lion, β, η, γ, δ et ε de la Vierge. Voyez العوا.
الوزن le Juste Poids, 10ᵉ externe du Grand-Chien. Voy. حضار. — γ (β) du Centaure.
وسط الثريا le Milieu des Pléiades, η du Taureau.
وسط ثلثة الجبهة la Médiale des trois d'Aldjeba, γ du Lion. Voyez الجبهة.
وسط الجنوب milieu du midi ou point sud.
وسط الشمال milieu du nord ou point nord.
الوضع la position.
وضعيات constructions.
وقت temps, époque, moment.
يد الدب الاكبر la Patte de devant (ι ou κ) de la Grande-Ourse.
يد الرامى اليسرى la Main gauche (δ) du Sagittaire.
يد الجوزا اليمنى la Main droite (α) d'Orion.
يد الجوزا اليسرى la Main gauche (γ) d'Orion.
يديكر (يديغر) يلدز les Sept étoiles. Voyez بنات نعش الكبرى.
اليمانية. Voyez الشعرى.
يوم jour naturel, qui comprend le jour artificiel et la nuit.

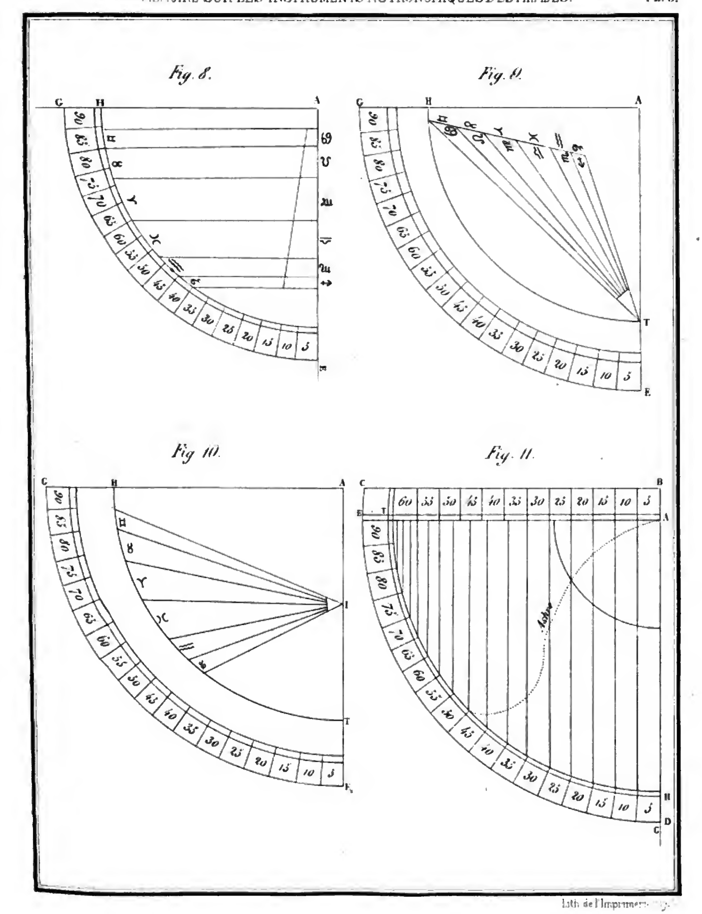
FIN



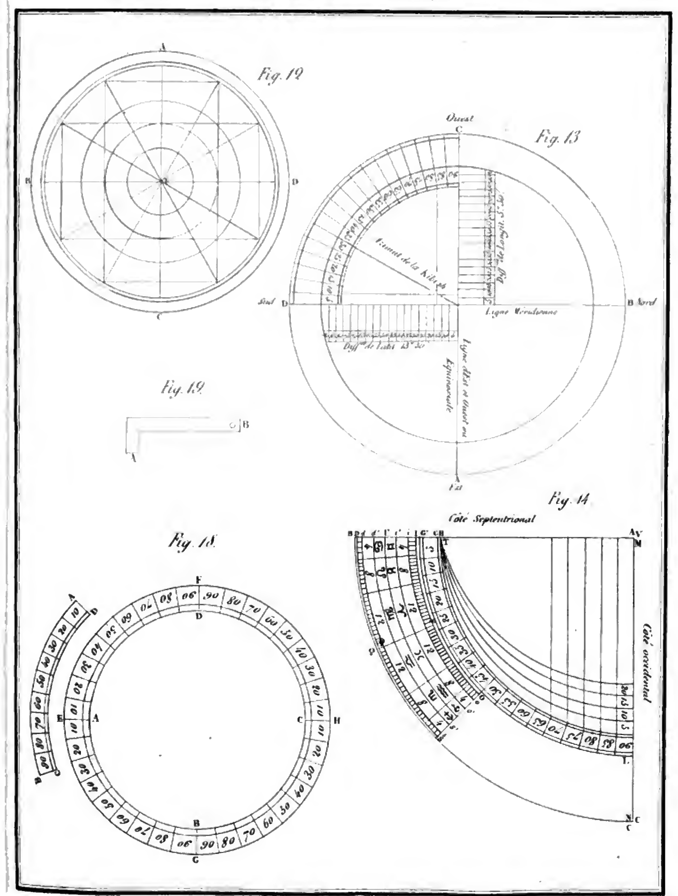
Quart de Cercle pour déterminer le temps vrai sans calcul, d'après une observation de la hauteur du soleil ou d'une étoile.
Parties du Sin. verse.
Arcs semi-diurnes
Arcs de hauteur
Al mamik 28° 15'
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.



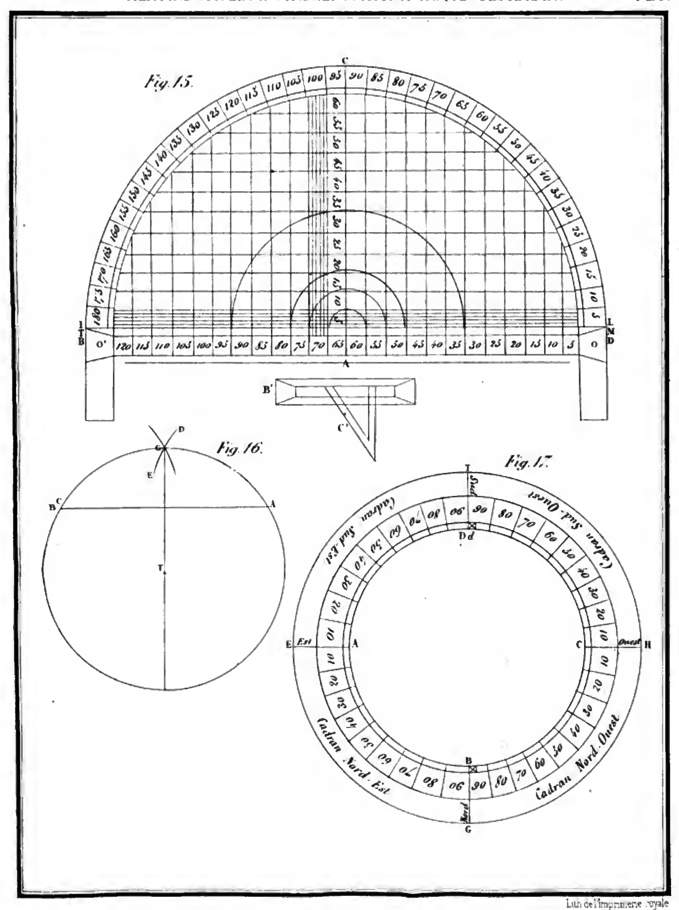
Lith. de l'Imprimerie royale



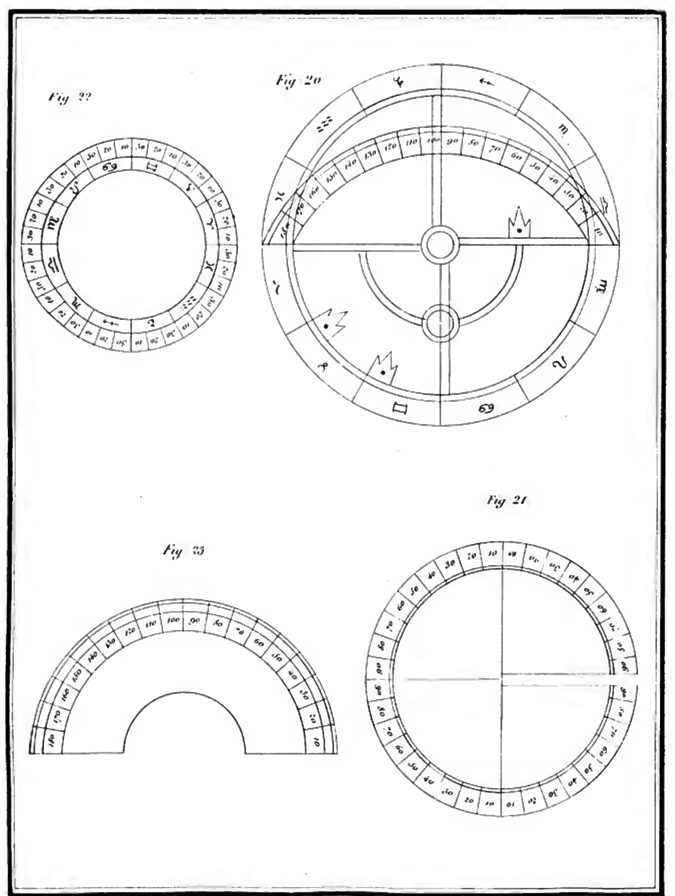
Lith. de l'Imprimerie



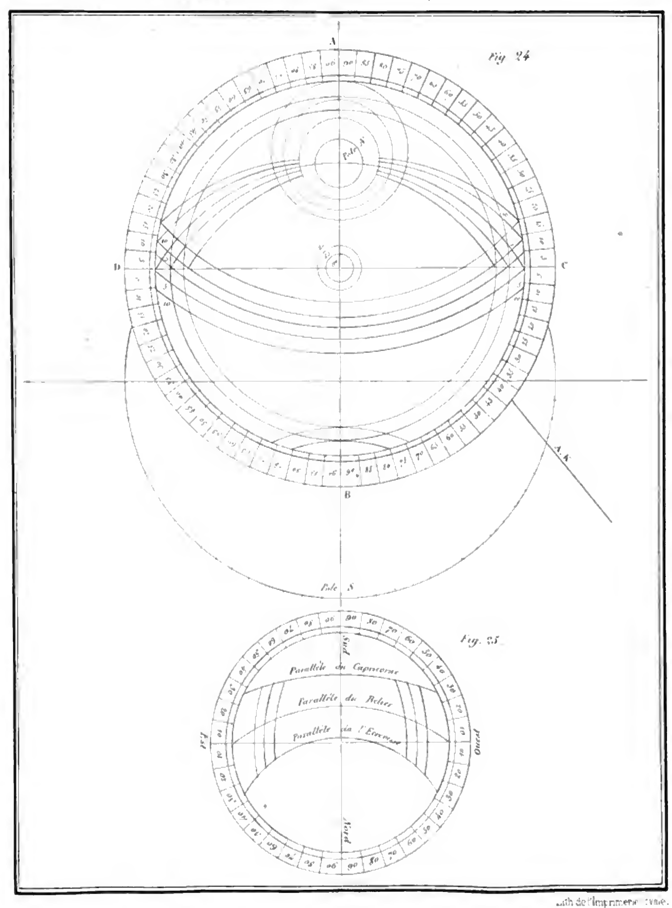
Lith. de l'Imprimerie royale.



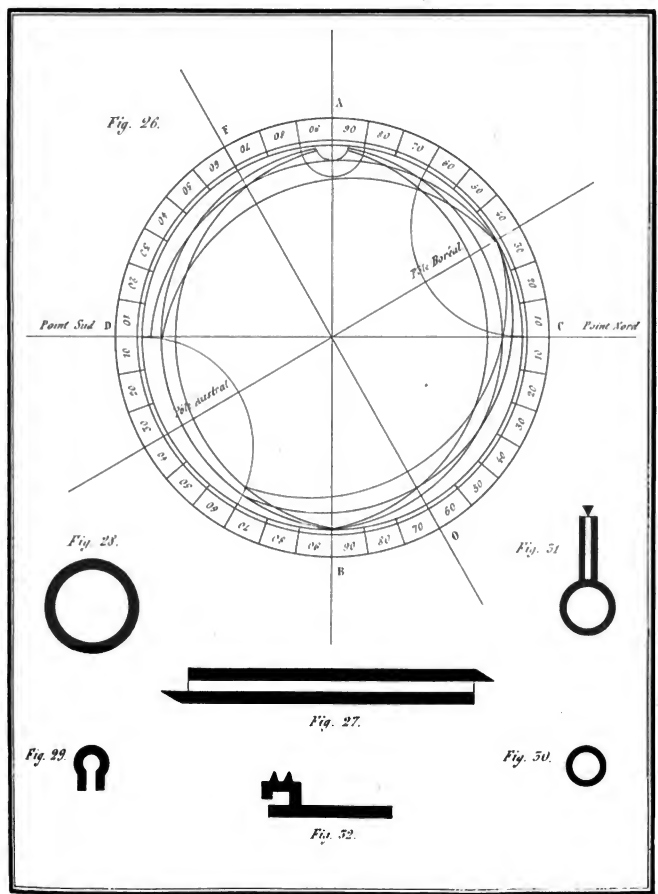
Lith. de l'Imprimerie royale



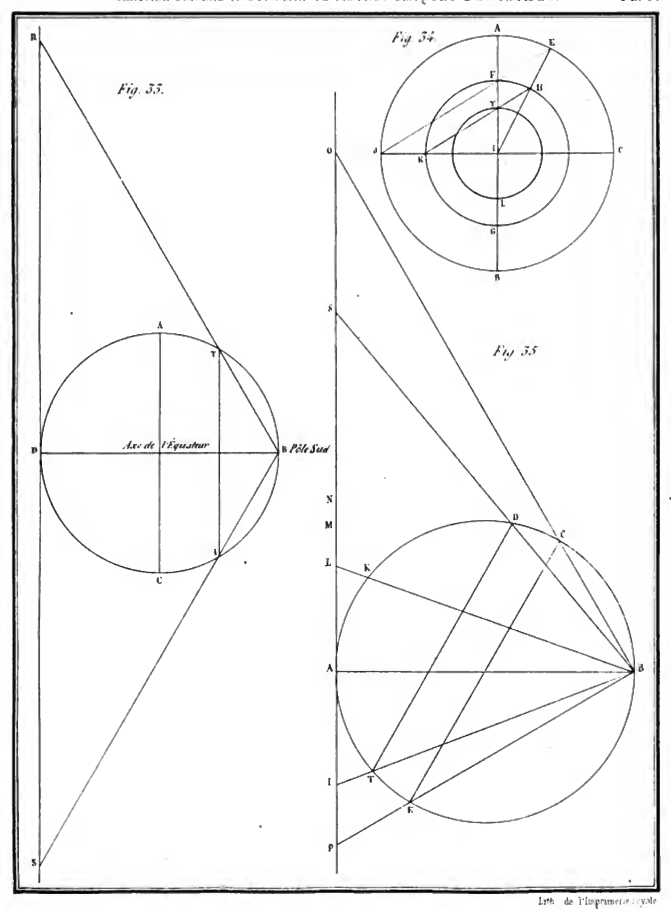
Lith. de l'Imprimerie royale.



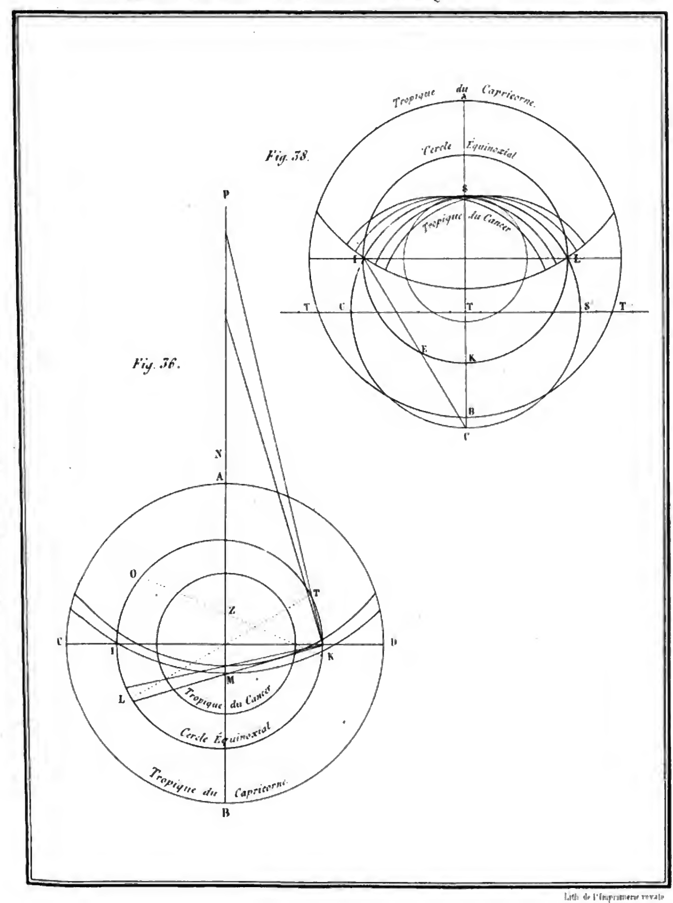
Lith. de l'Imprimerie Royale.



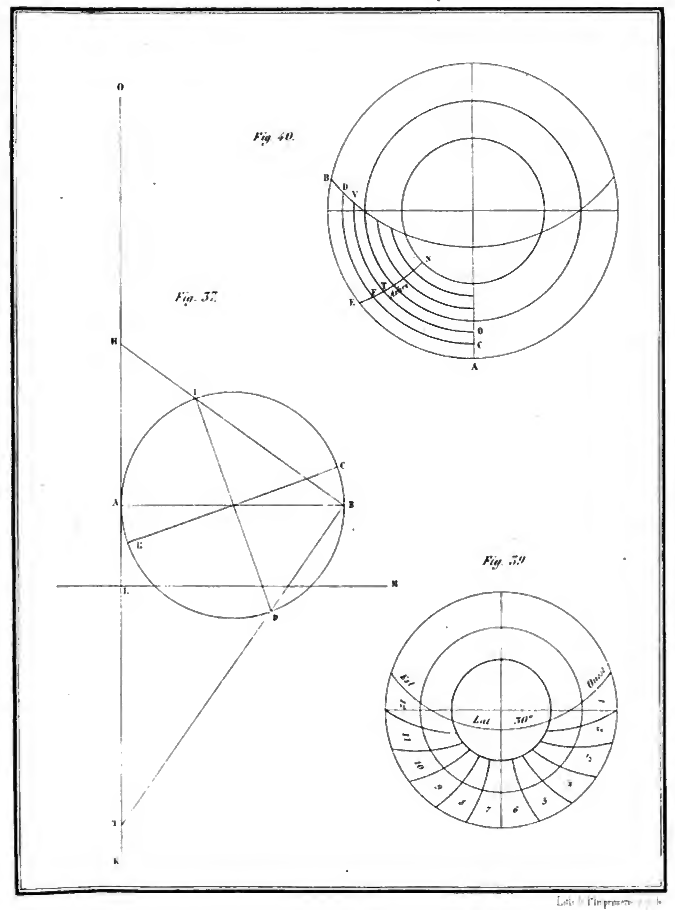
Lith. de l'Imprimerie royale.



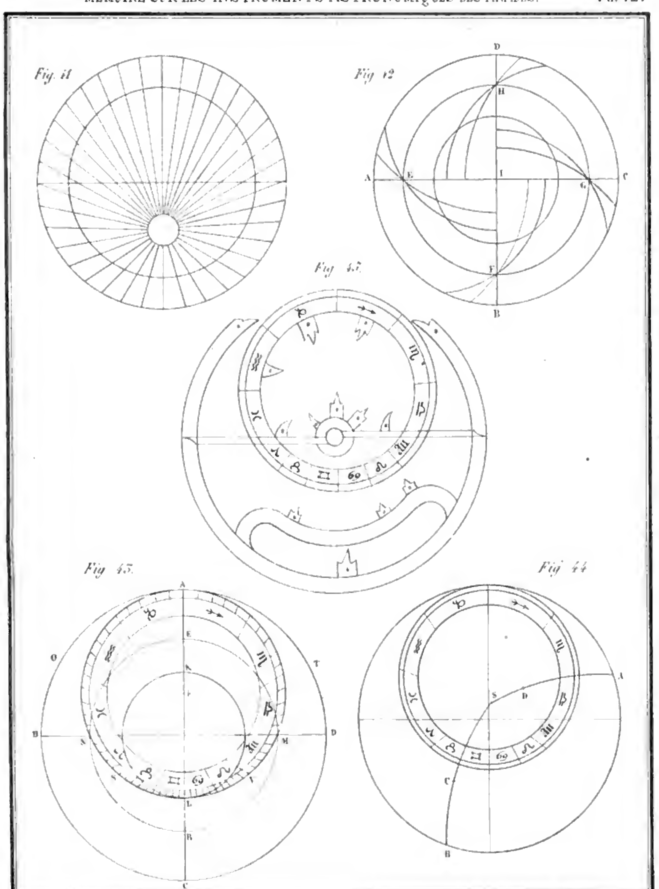
Lith. de l'Imprimerie royale



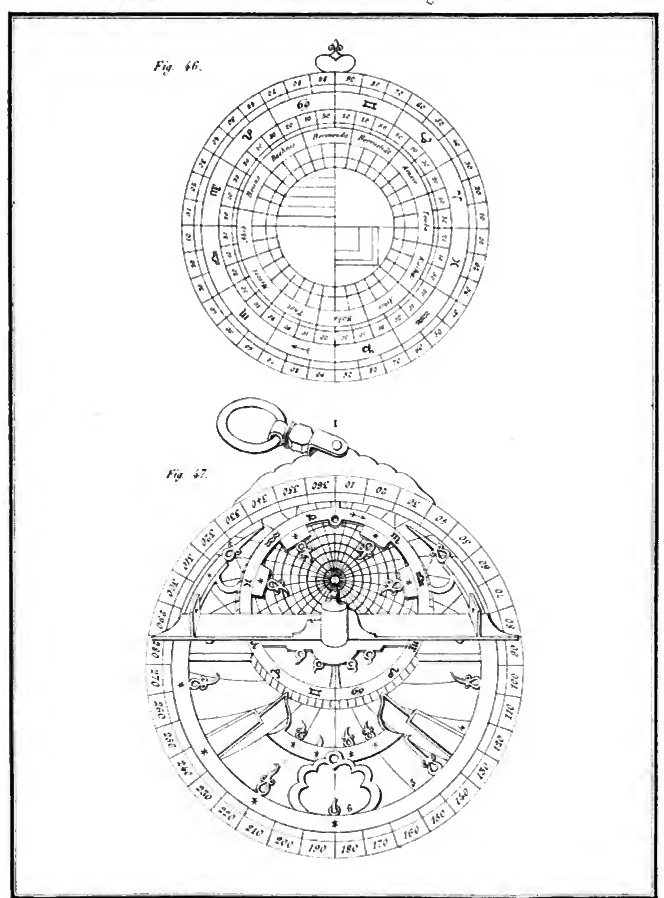
Lith. de l'Imprimerie royale



Lith. de l'Imprimerie royale.



Lith. de l'Imprimerie royale



Lith. de l'Imprimerie royale

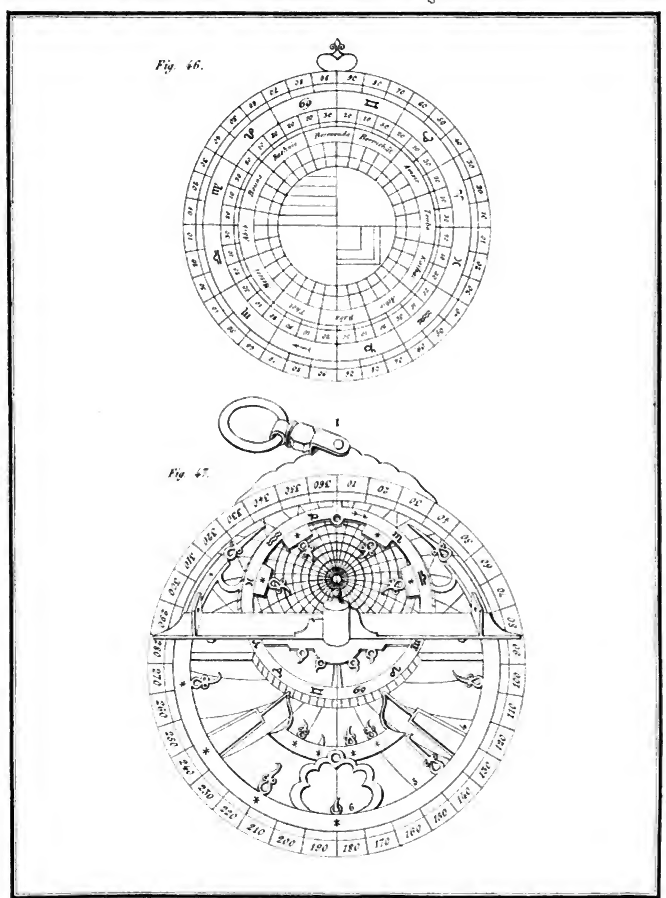
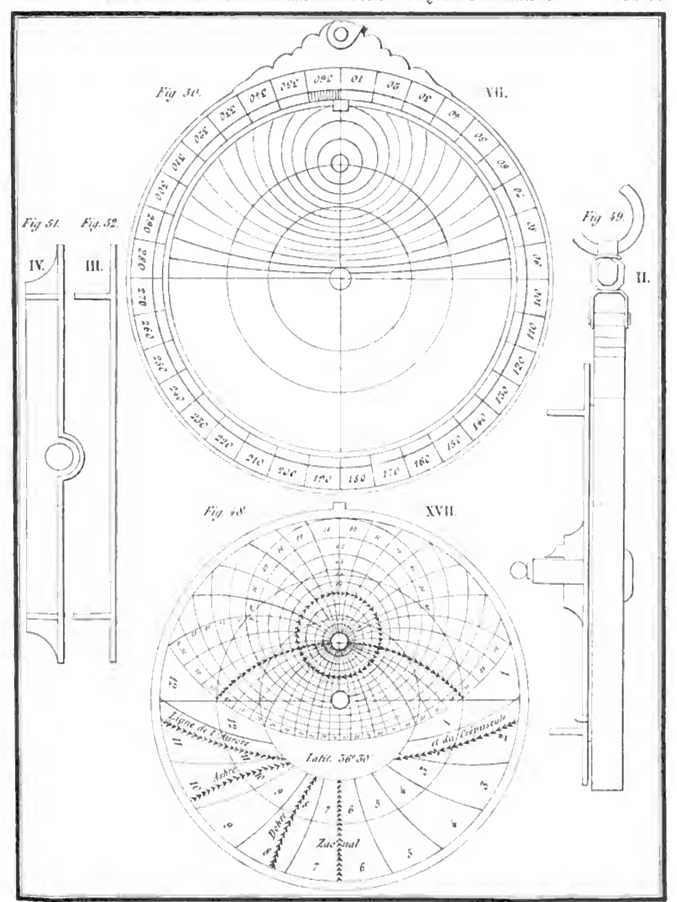


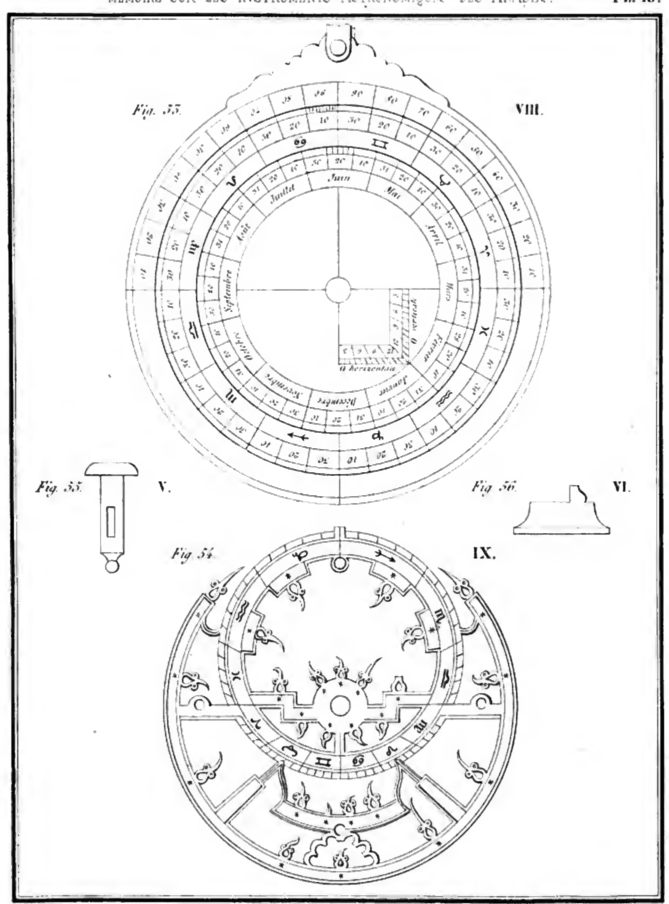
Fig. 46.

Fig. 47.

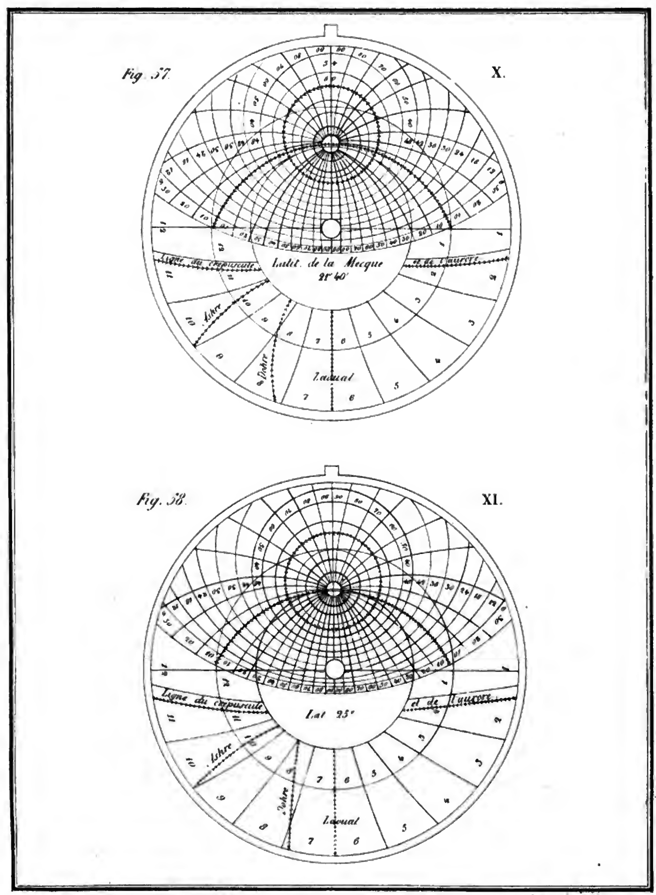
Lith de l'Imprimerie royale



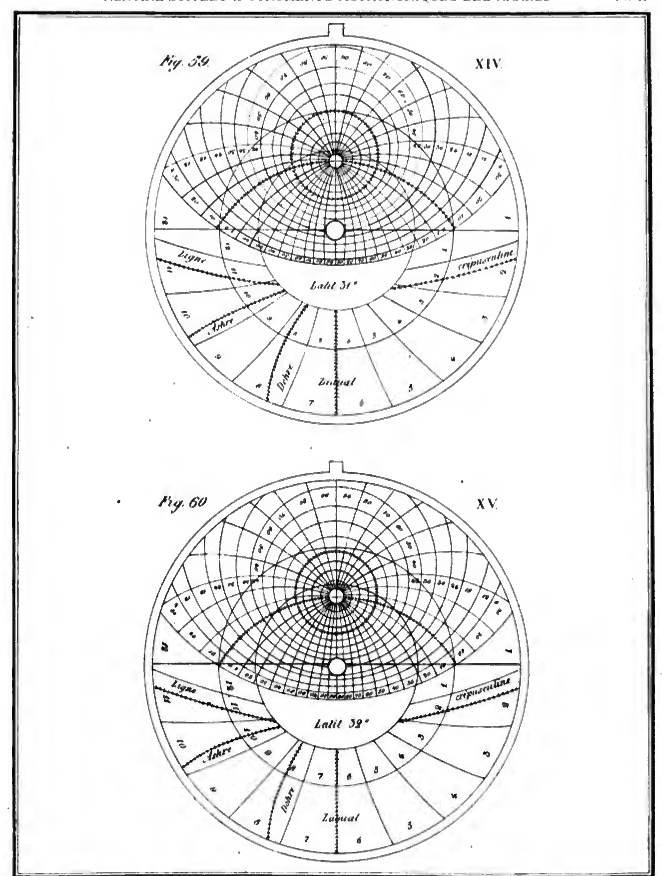
Lith. de l'Imprimerie royale.



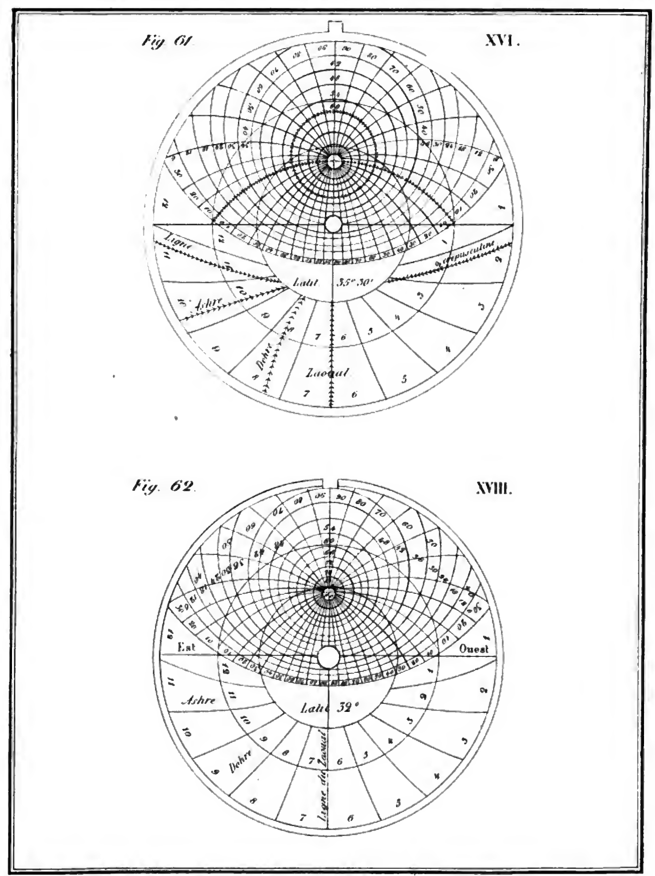
Lith. de l'Imprimerie royale.



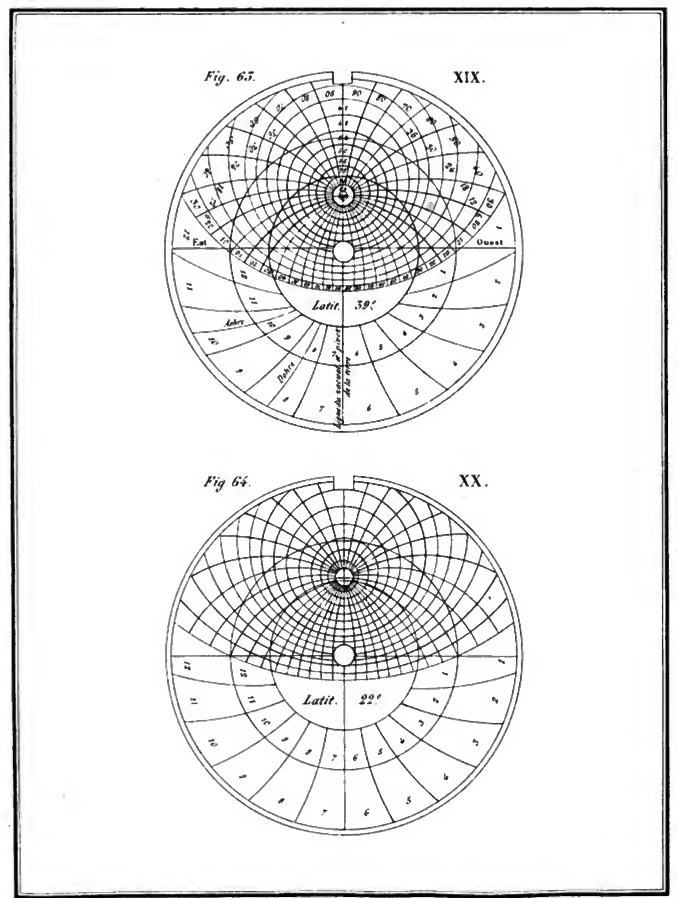
Lith. de l'Imprimerie royale.



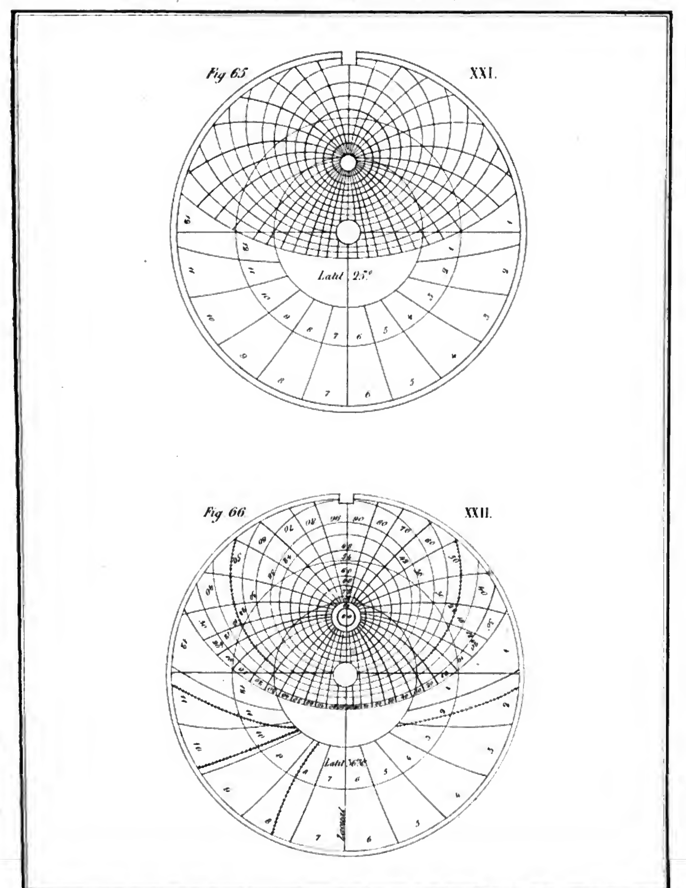
Lith. de l'Imprimerie royale



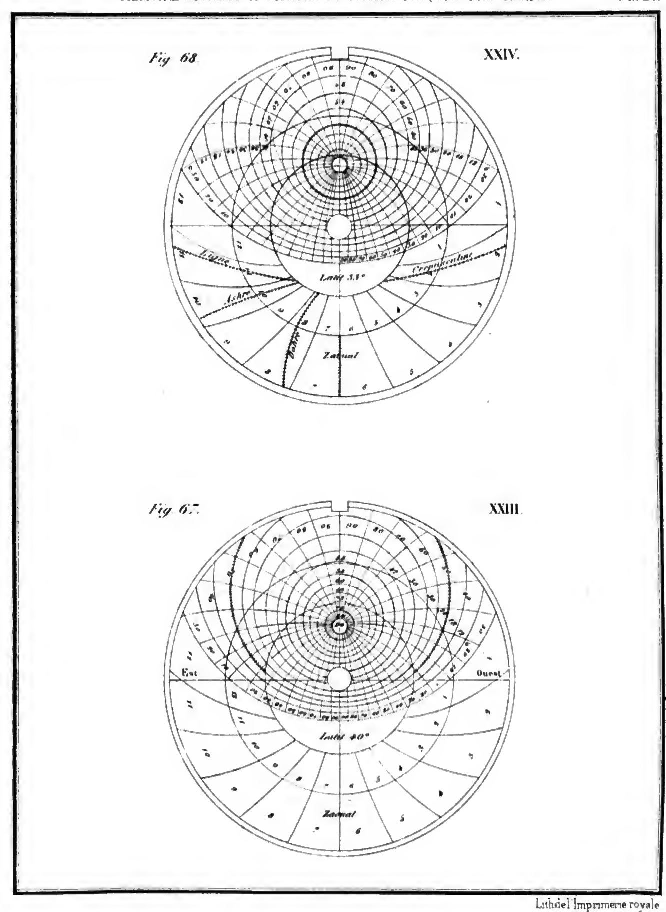
Lith. de l'Imprimerie royale



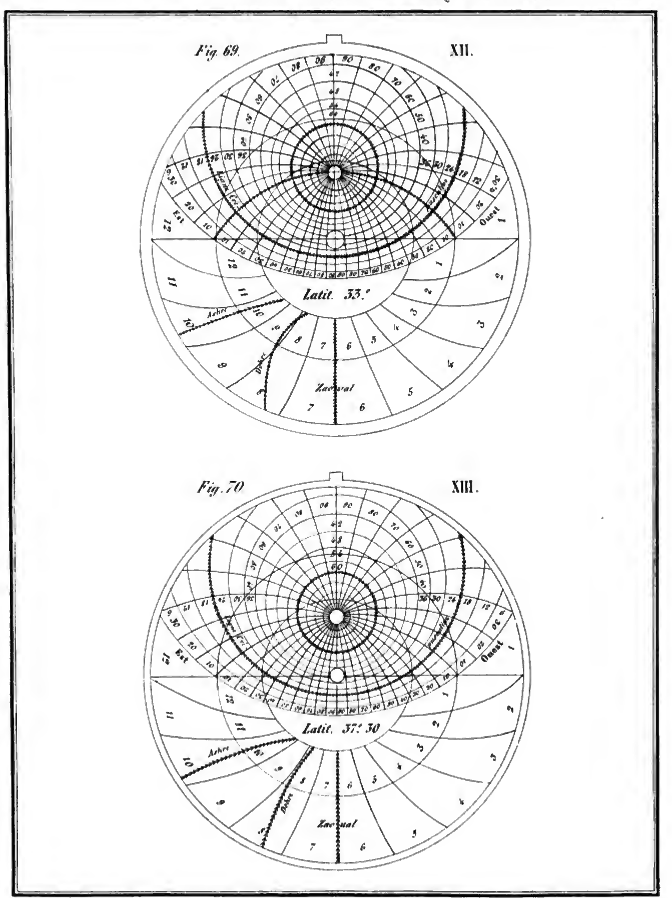
Lith. de l'Imprimerie royale



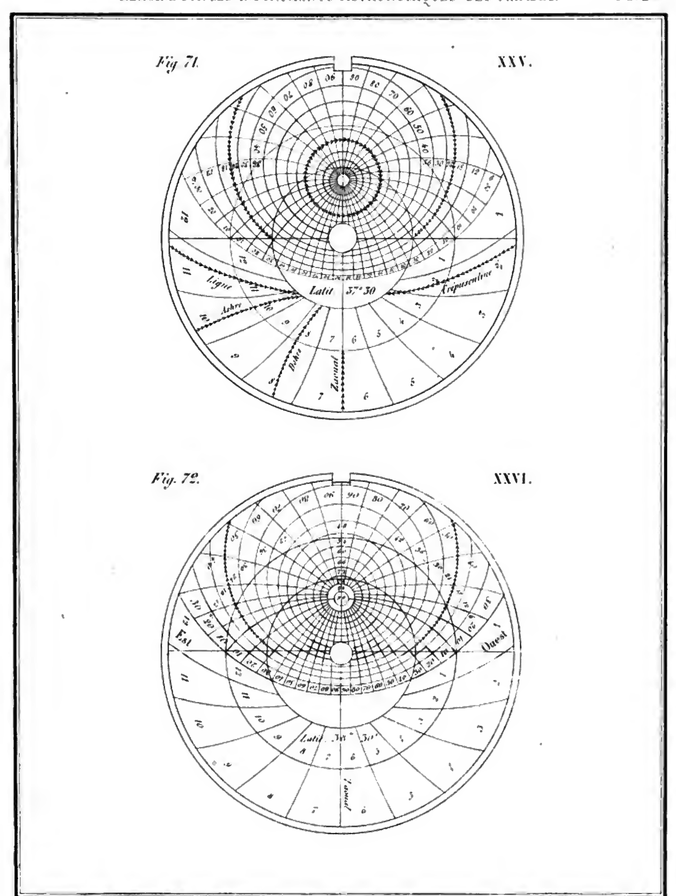
Lith. de l'Imprimerie royale



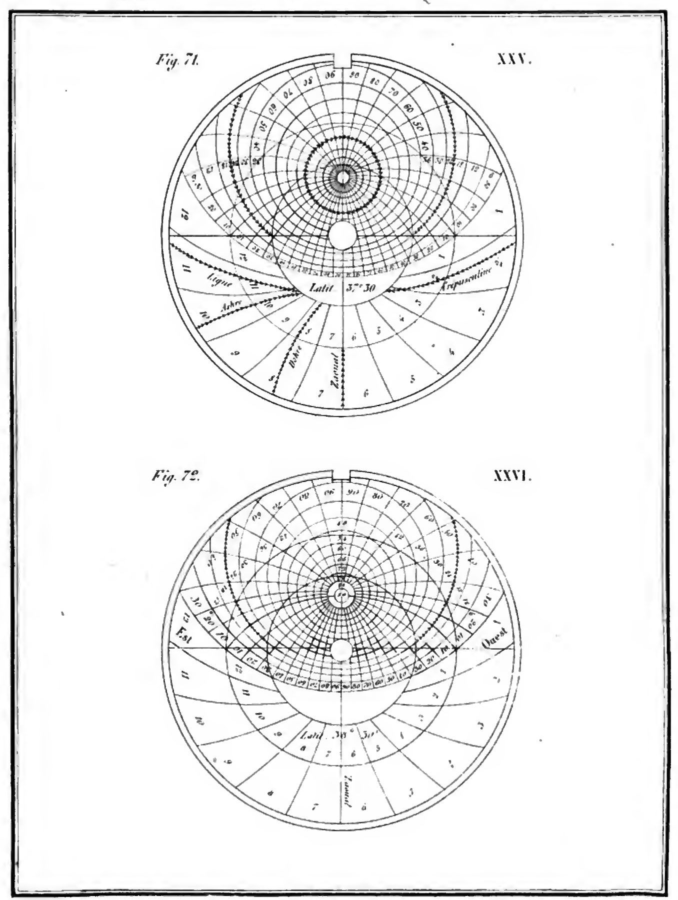
Lith. de l'Imprimerie royale



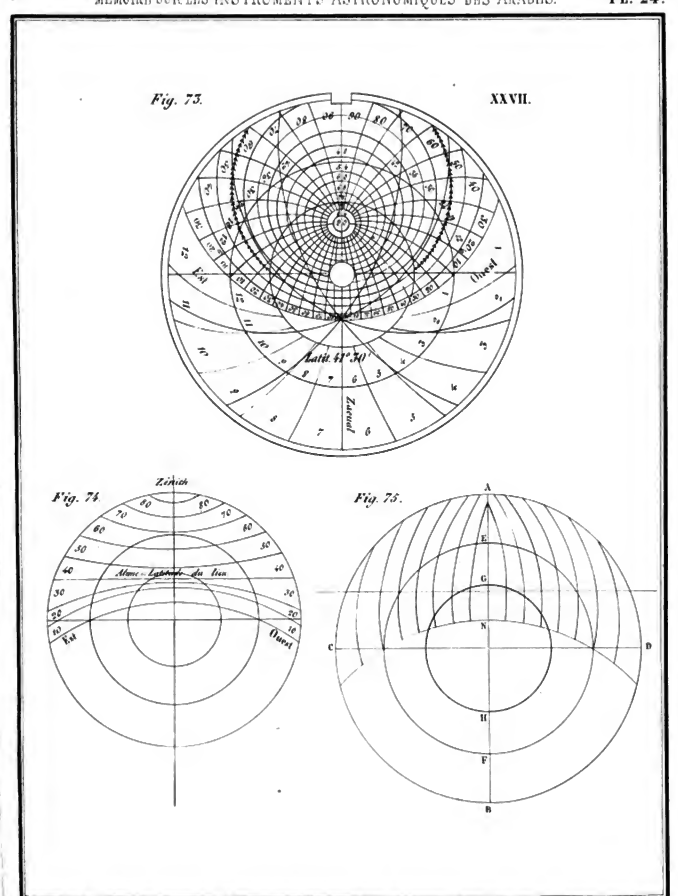
Lith. de l'Imprimerie royale



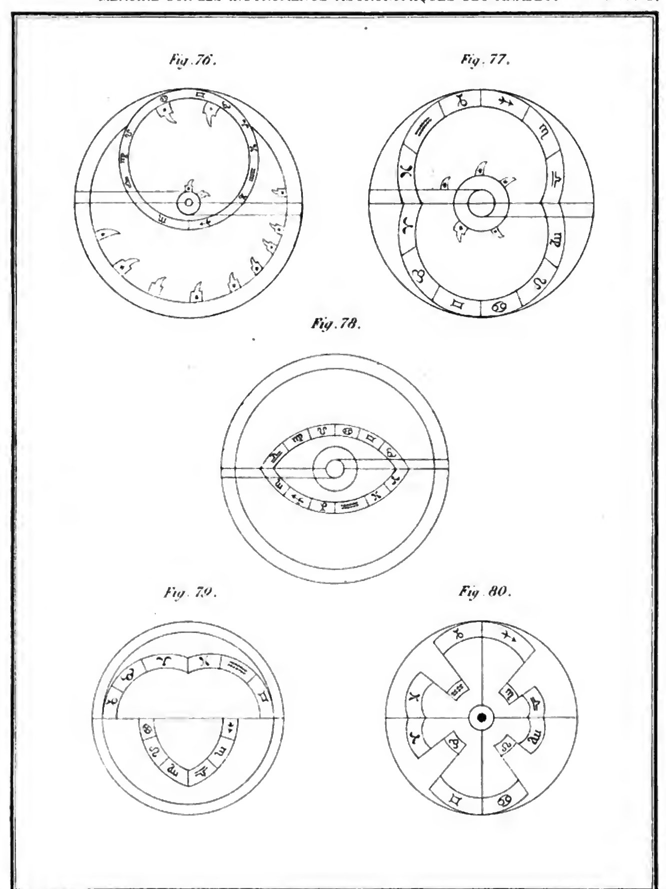
Lith. de l'Imprimerie royale



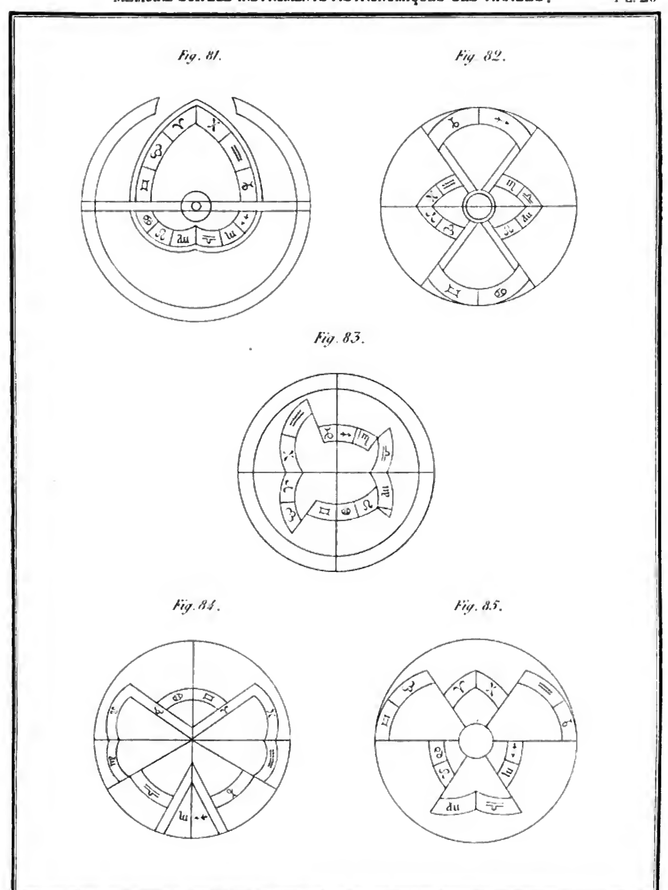
Lith. de l'Imprimerie royale



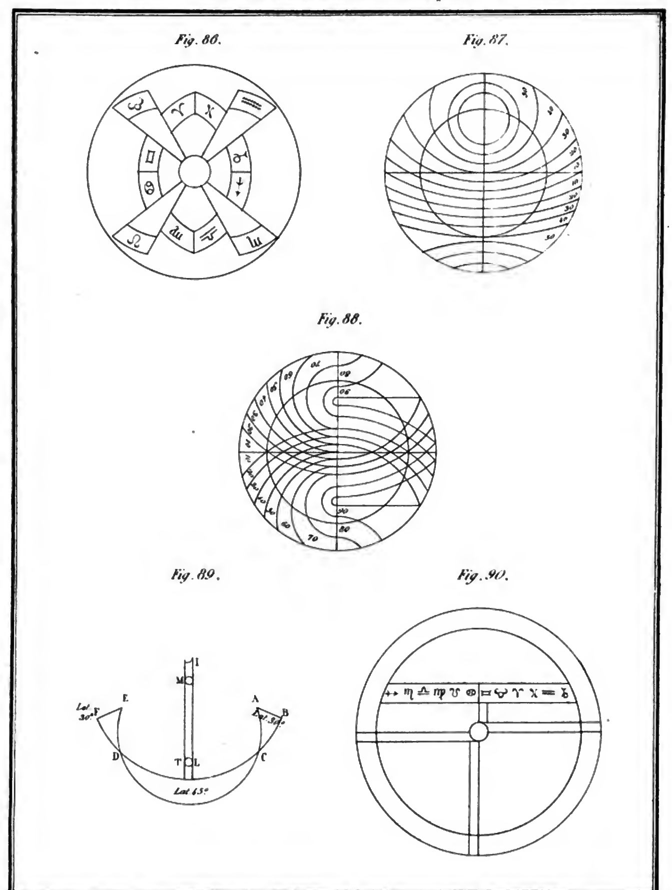
Lith de l'Imprimerie royale.



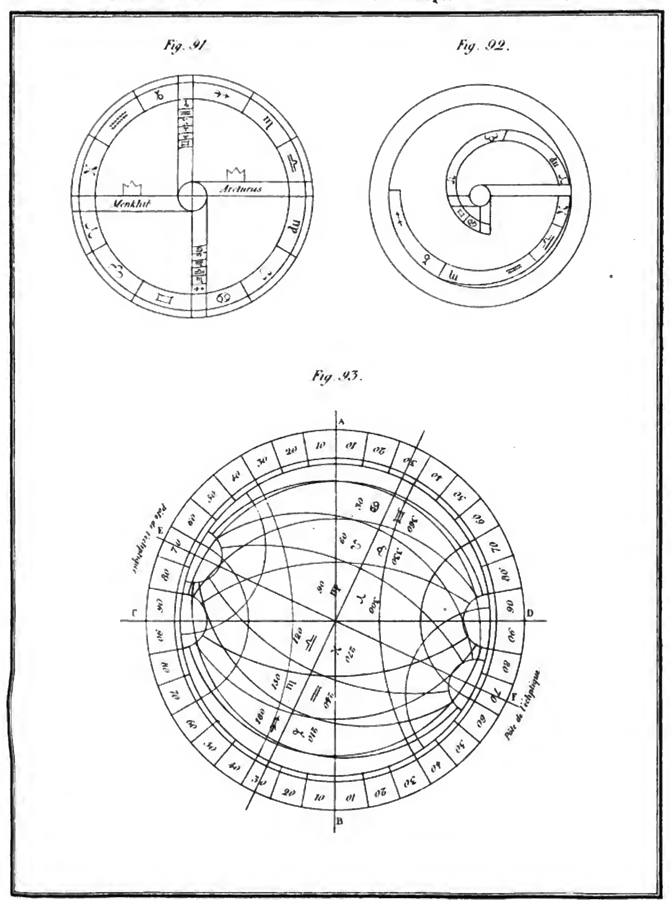
Lith. de l'Imprimerie royale



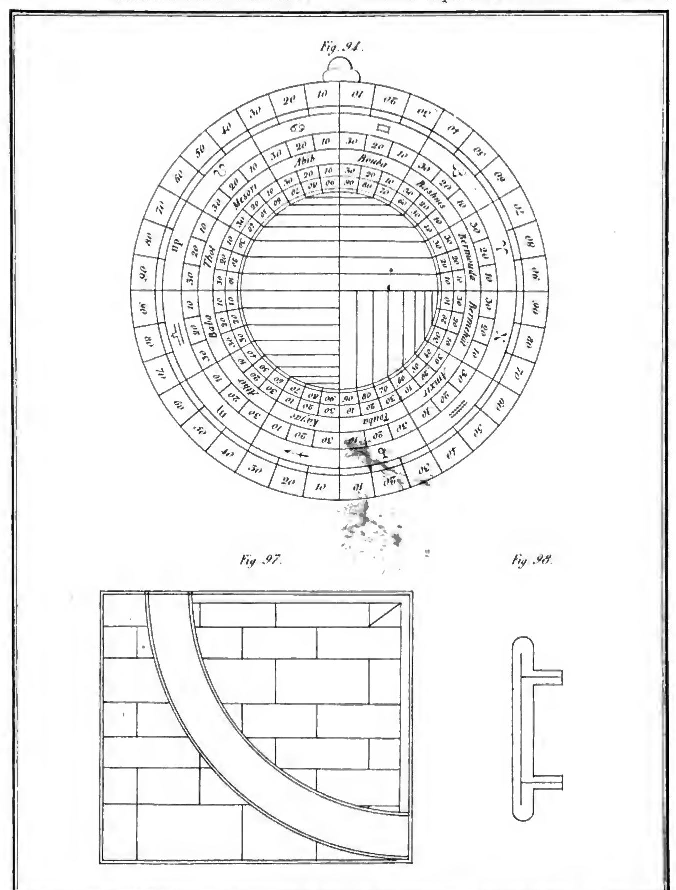
Lith. de l'Imprimerie Royale.



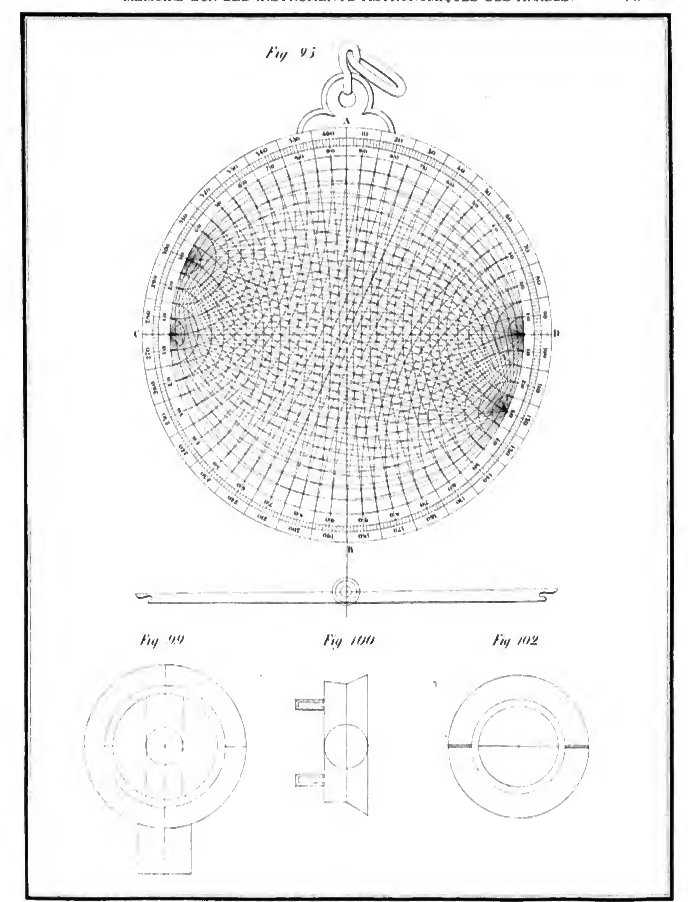
Lith. de l'Imprimerie royale.

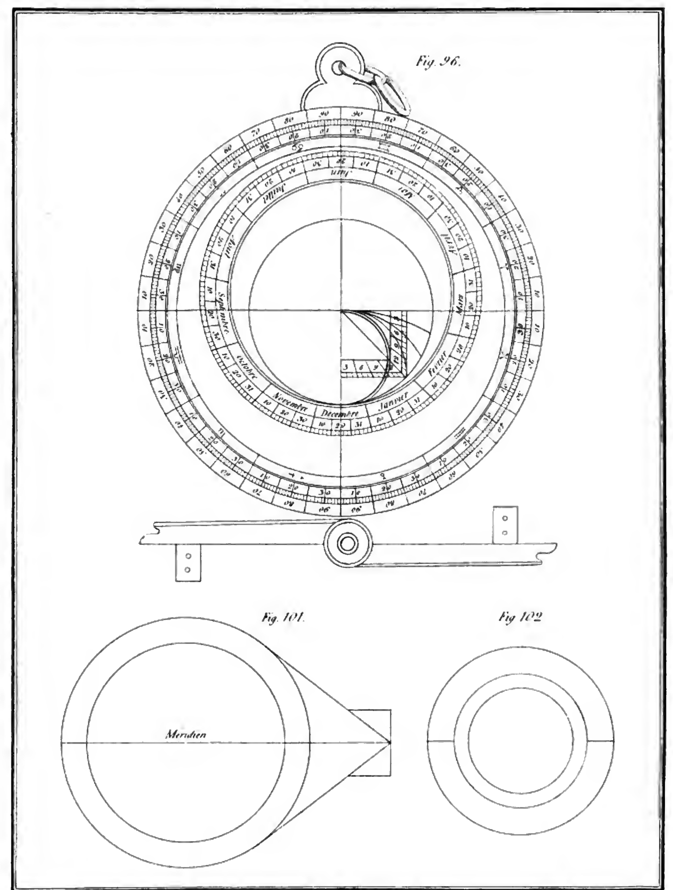


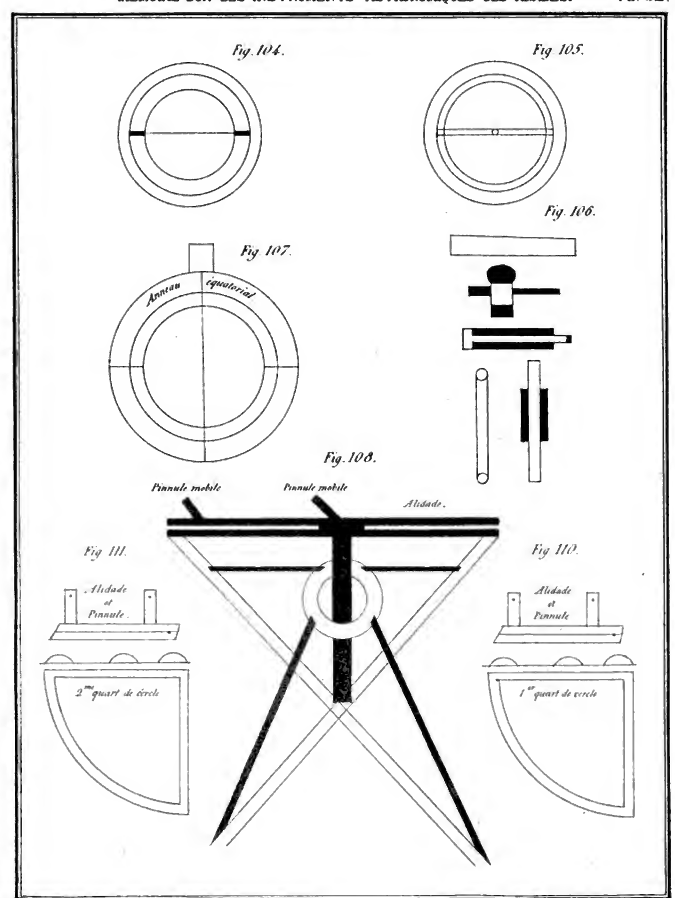
Lith. de l'Imprimerie royale.



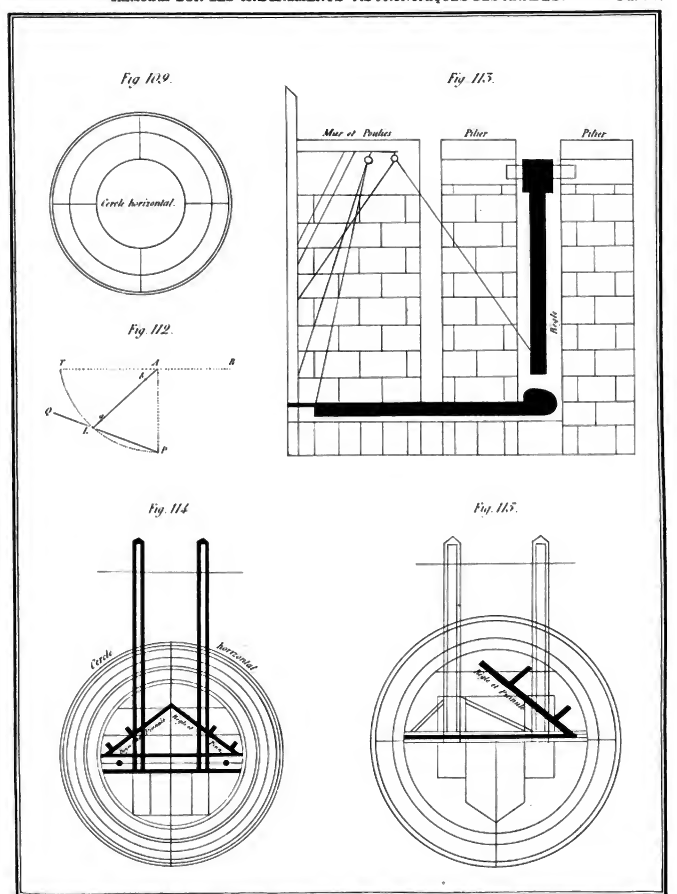
Lith de l'Imprimerie royale.


Fig 95
A
B
C
D
Fig 99
Fig 100
Fig 102

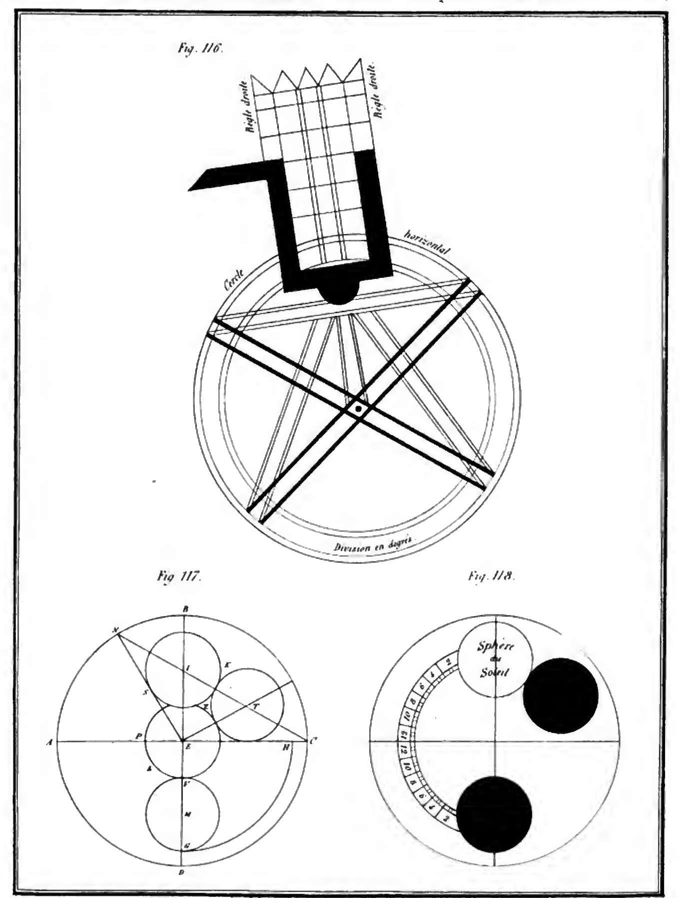

Fig. 96.
Juin
Juillet
Mai
Avril
Aout
Septembre
Mars
Octobre
Fevrier
Novembre
Janvier
Decembre
Fig. 101.
Meridien
Fig. 102



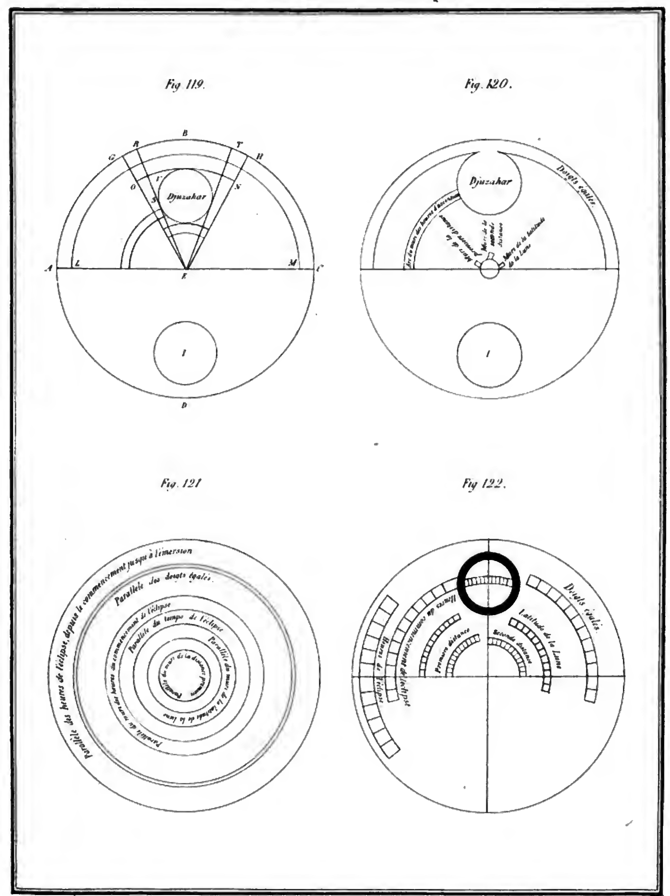
Lith. de l'Imprimerie royale.



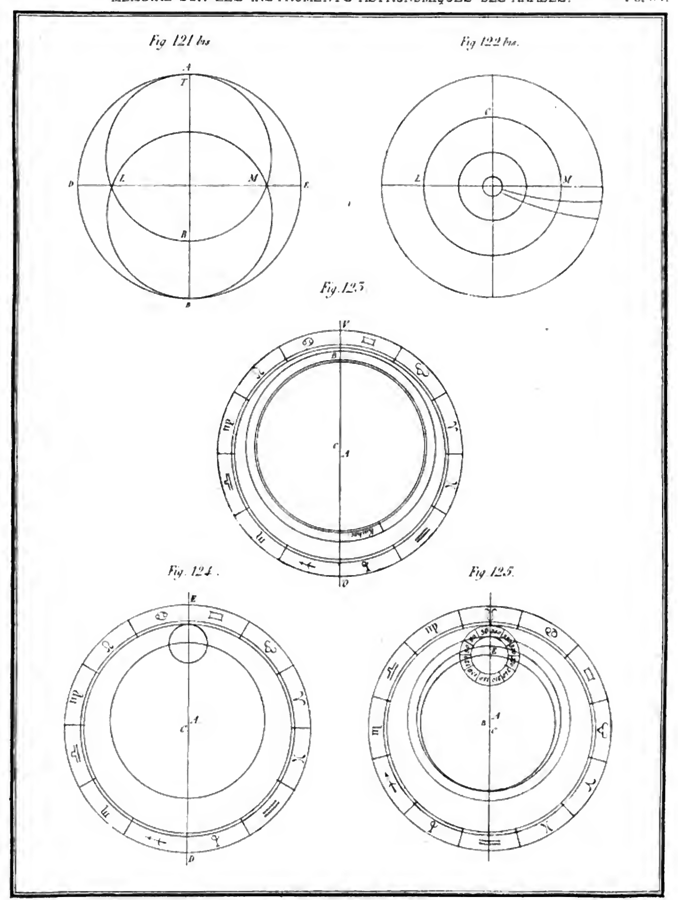
Lith. de l'Imprimerie royale.



Lith. de l'Imprimerie royale.



Lith. de l'Imprimerie royale.



Lith. de l'Imprimerie royale




UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 07504 0496

